

Standard de distribution d'énergie électrique au Burkina Faso

	REFERENCE	REV
	SWER-BF 01	1
INTITULE: Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	DATE : 9 mai 2006	
RESEAU MT :	PAGE 1 OF	214
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1 kV	DATE DE REVISION : 21 août 2006	

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS	3
1 Portée	5
2 Références normatives	5
3 Définitions.....	5
4 Conditions	6
4.1 Intégration du marketing.....	6
4.2 Conditions générales pour SWER.....	6
4.3 Conditions particulières pour un système SWER 19,1 kV	7
4.4 Conditions particulières du micro SWER	25
4.5 Exploitation BT sur les systèmes SWER.....	26
ANNEXE A.....	27
Non applicable	27
ANNEXE B.....	28
Feuille d'inspection type	28
ANNEXE C	31
Formulaire de types de test d'électrode de mise à la terre	31
ANNEXE D	34
Philosophie, dispositifs et schémas de protection.....	34
Introduction	35
D.1 Champs d'application.....	36
D.2 Références Normatives.....	36
D.3 Définitions et abréviations	37
D.4 Conditions	38
D.1 Contrôle des amorcages associés à la foudre sur une ligne SWER	49
D.2 Information sur les produit et leur utilisation	51
D.3 Approche régionale à l'utilisation de la protection SWER.....	52
ANNEXE E.....	61
Mise a la terre du réseau SWER.....	61
E.1 Portée	61
E.2 Références normatives.....	61
E.3 Définitions	61
E.4 Conditions.....	62
E.1 Critères de choix de la résistivité pour le calcul	68
ANNEXE F.....	77
Intégration du Marketing et des ventes.....	77
Adaptation des technologies MT et des solutions d'alimentation	77
Satisfaire un client par SWER	82

Standard de distribution d'énergie électrique au Burkina Faso

	REFERENCE	REV
	SWER-BF 01	1
INTITULE: Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	DATE : 9 mai 2006	
RESEAU MT :	PAGE 2 OF	214
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1 kV	DATE DE REVISION : 21 août 2006	

ANNEXE G	89
Etapas de la conception des projets SWER sous forme de liste de contrôle.....	89
ANNEXE H	92
Liste des schémas.....	92
Schémas de Montage.....	93
Structures (Poteau - Portique) de ligne SWER 19 kV	94
Schémas de l'équipement.....	96
Schémas des accessoires	97
ANNEXE I	203
Photos.....	203
ANNEXE J	213
Tableau de conversion SWG/mm	213

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 3	SUR 214

AVANT-PROPOS

Le standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso est un document élaboré à la base de la norme SCSASABB6 établie par la compagnie d'électricité de l'Afrique du Sud, ESKOM, et adapté au contexte burkinabè.

Le Comité technique de rédaction voudrait exprimer sa gratitude aux personnes qui ont contribué à la production du présent standard de distribution.

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 4	SUR 214

INTRODUCTION

Le présent standard de distribution a été rédigé par un Comité technique composé des personnalités de la Direction générale d'énergie, du Fonds de développement de l'électrification et de la SONABEL, appuyées par le Conseiller technique principal du Ministère de l'énergie et des Mines et un consultant indépendant danois.

En 1997, un comité de réflexion sur la réduction des coûts de l'électrification a été établi par le Ministre de l'énergie et des Mines, appuyé par la coopération danoise. Le comité de réflexion a pris connaissance du SWER avec SONEEL au Cameroun et avec ESKOM, Afrique du Sud. Lors d'une visite d'étude en Afrique du Sud, le comité a obtenu un exemplaire de la norme sud-africaine pour le SWER et cette norme a servi à l'élaboration des premiers dossiers d'appel d'offres au Burkina Faso.

Plus tard, une collaboration plus étroite fut établie avec ESKOM et c'est dans ce cadre que la version plus récente de la norme sud-africaine a été obtenue. Cette version a servi de base pour la rédaction du présent standard. Il est cependant important de souligner que le présent standard est l'œuvre du Comité technique et que ESKOM n'encourt pas une responsabilité pour l'utilisation faite de sa norme.

La distribution monophasée avec retour par la terre consiste à rendre disponible une tension monophasée MT au niveau du client.

Le travail de développement a également eu pour conséquence l'identification des moteurs monophasés de capacité plus élevée et de méthodes pour produire de la BT triphasée pour des applications spéciales. Des moteurs monophasés de 5,5 et 7,5 kW ont été acquit pour démontrer au public l'existence de ce produit. De plus, le Comité s'est rendu compte de l'existence de convertisseurs mono/tri permettant l'utilisation de moteurs d'une puissance jusqu'à 30 kW, alimentés d'un réseau SWER.

En conclusion, en raison de ce travail de développement, les systèmes monophasés avec retour par la terre sont maintenant considérés comme une première option à la mise en place de programmes de développement de réseau.

Le présent standard qui décrit la technologie monophasée avec retour par la terre de 19 kV (SWER), avec un transformateur d'isolement (19 kV entre phase et terre) ou directement relié (dérivation d'un système de 33 kV entre phases), a été créé pour faciliter la distribution et l'électrification de la masse de la façon la plus rentable possible.

Il y a beaucoup de facteurs à considérer pour choisir correctement la technologie MT parmi celles qui sont actuellement disponibles, par exemple 15, 20 ou 33 kV triphasé, 15, 20 ou 33 kV biphasé et 19,1 kV SWER. Le lecteur se référera aux documents pertinents de planification et aux outils de conception disponibles pour faciliter la prise de décision.

Il est absolument impératif que les planificateurs et les concepteurs d'électrification soient eux-mêmes familiers avec les outils disponibles. Une source d'inspiration en pourrait être le site de ESKOM : www.eskom.co.za. Moyennant un paiement, ceux qui le souhaitent pourront obtenir accès à l'intranet de ESKOM pour y découvrir une richesse d'informations. Le Comité technique pourrait renseigner concernant les modalités d'accès.

Le Comité technique tient à souligner que la pratique en matière de construction de réseaux de distribution en milieu rural en Afrique du Sud porte sur l'utilisation de supports bois cultivés et traités dans ce pays. Cela explique que certains plans et détails de montage affichent des solutions qui s'applique seulement dans le cas d'utilisation de supports bois. Si, au Burkina Faso, on optait pour ce genre de supports, ces plans pourraient être utilisés directement.

Cependant, la pratique courante au Burkina Faso porte sur l'utilisation de supports métalliques pour la MT. Cela amènerait, sur le plan de construction pratique, le besoin d'une adaptation des différentes solutions. Au niveau

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 5	SUR 214

sécuritaire, certaines modifications ont également été introduites dans le présent standard, notamment concernant la réalisation de la mise à la terre du système. Dans une annexe, des photos qui présente des solutions déjà mises en œuvre avec supports métalliques sont portées à titre d'inspiration.

1 Portée

Le présent standard de distribution couvre la construction d'un système aérien 19,1 kV monophasé avec retour par la terre (SWER) en dérivation de systèmes 15, 20 et 33 kV, par l'intermédiaire de transformateurs d'isolement de 15/19,1kV, 20/19,1 kV ou 33/19,1 kV. Référence au schéma 1 - réseau typique 19,1 kV (SWER) dérivé d'un réseau 15, 20 ou 33 kV.

Le standard est également applicable pour des dérivations directes d'un réseau primaire triphasé 33 kV alimenté à partir d'un poste convenablement conçu à cet effet. Référence au schéma 2 – Réseau primaire triphasée typique 33 kV avec dérivation de ligne SWER.

L'objectif Du standard est d'assurer que tous les systèmes aériens de distribution MT (jusqu'à une tension de 33 kV) sont établis en utilisant les structures et les matériels standards comme spécifiés ou des structures et matériels adaptés. Les matériels standards utilisés en Afrique du Sud sont totalement spécifiés dans un « guide de l'acheteur » qui pourrait être obtenu par le biais du Comité technique ou de l'intranet de ESKOM. Au Burkina Faso, la standardisation est actuellement faite au niveau fonctionnel, des matériels et non au niveau des matériels.

2 Références normatives

La technologie SWER s'inscrit comme un des outils à disposition de l'électrification rurale au Burkina Faso. Il en suit que le présent standard est subordonné à la législation burkinabè et des normes sécuritaires qui réglementent l'électrification au Burkina.

De façon sommaire et sans être limitatif, la mise en œuvre du SWER selon le présent standard doit respecter les dispositions citées ci-dessous sauf déviations indiquées dans le présent standard ou dans le dossier d'appel d'offres :

- Les règles burkinabè de protection de l'environnement.
- Les règles burkinabè de protection des travailleurs.
- Les définitions et protection contre les risques de contact avec des conducteurs actif ou masses mises accidentellement sous tension de l'arrêté interministériel (français) du 2 avril 1991
- Les dispositions de choix et mises en œuvre de supports, des distances à la masse et les calculs mécaniques de la norme NFC11-201, sauf les données climatiques et facteurs de sécurité

3 Définitions

3.1 SWER raccordé directement: Lignes SWER en dérivation directe de réseaux de 33 kV avec un poste source convenablement conçu.

3.2 transformateur distribution/consommateur : Un transformateur MT/BT approvisionnant un ou plusieurs clients.

3.3 transformateur d'isolement : Un transformateur qui sépare électriquement deux systèmes MT l'un de l'autre.

3.4 transformateur SWER d'isolement : Systèmes SWER en dérivation de réseaux de 15, 20 ou 33 kV par l'intermédiaire d'un transformateur d'isolement avec un secondaire phase/terre de 19,1 kV. Dans

ce contexte il sépare le SWER du système source.

3.5 Système monophasé avec retour par la terre (SWER) : Un système monophasé dans lequel le côté neutre des charges alimentées est relié par la terre. Habituellement, il n'y a pas un conducteur continu entre la source et le neutre des charges, le courant du neutre circule par l'intermédiaire d'électrodes dans la masse de la terre.

3.6 Conducteur de mise à la terre sous-jacent: Un conducteur de mise de terre (neutre du SRMT) installé sous un conducteur SWER, mis à la terre en deux ou plusieurs points et utilisé pour la mise à la terre de plusieurs transformateurs client. Normalement installé dans un village pour faciliter la mise à la terre en dehors du village.

3.7 Basse tension BT: Toutes les tensions inférieure à 1000 V.

3.8 Moyenne tension MT: Toutes les tensions de 1000 V à 50 kV (50 kV inclus)

3.9 Haute tension HT : Toutes les tensions supérieure de 50 kV à 132 kV (132 kV inclus)

3.10 Micro SWER: Un système monophasé avec retour par la terre relié directement aux réseaux 15 ou 20 kV et alimentant une charge maximale de 5kVA

4 Conditions

Pour clarifier le raisonnement sous-jacent à l'ingénierie développée dans ce document, la philosophie (ou la réflexion) qui a conduit aux préconisations est incluse dans ce § sur les conditions.

4.1 Intégration du marketing

Pour s'assurer que les avantages du SWER sont accessibles aux clients, une annexe sur les ventes et le marketing est incluse comme annexe F.

Cette annexe inclut l'information suivante :

- a) comment s'assurer que la technologie réponde à l'objectif actuel ;
- b) aux bénéfices des clients ;
- c) quelle type d'énergie électrique peut être livrée par des types de technologie comme le monophasé, le bi-phasé, le triphasé, limites de kVA ; et quelques exemples d'application.

4.2 Conditions générales pour SWER

Les concepts, le matériel et les méthodes de construction de lignes SWER sont semblables à ceux des normes existantes pour des lignes de système MT.

Les conditions générales pour les lignes aériennes 33 kV peuvent être trouvées dans NFC 11-201. Ces conditions générales incluent, mais ne se limitent pas à ce qui suit: poteaux, haubans, conducteurs, coordination de l'isolation, liaisons équipotentielles (bonding), tensions de conducteur, choix de structure, distances de sécurité (hauteur sous ligne etc), et conditions réglementaires.

4.2.1 Concepts de projet

4.2.1.1 Généralité

La conception d'électrification consiste dans un processus itératif entre la conception électrique (ADMD – After Diversity Maximum demand/consommation moyenne après application d'un facteur de foisonnement, chute de tension, ampleurs de défaut, etc...) et la conception physique. Le choix initial du tracé de lignes, et de la taille et

des positions des transformateurs n'est peut-être pas possible en raison des contraintes du terrain et de la répartition physique des clients ou du type de logements. Par conséquent il est nécessaire de revisiter les concepts électriques et physiques jusqu'à l'obtention d'un concept optimal entre la phase initiale et la phase finale.

Les projets SWER doivent nécessairement passer par un minimum de série d'étapes de conception afin de s'assurer que les projets puissent être réalisés d'une façon aussi flexible que possible. Pour aider l'ingénieur/le concepteur de projet, une série d'étapes de conception est proposée comme liste de contrôle en annexe G. Le personnel de conception est encouragé à employer cette liste de contrôle. Les coûts de projet sont directement liés à la conception physique finale, et c'est de la responsabilité du personnel de conception électrique d'assurer que le concept le plus efficace soit réalisé. Le géomètre est une ressource critique dans le processus, mais la responsabilité finale de la conception repose avec l'ingénieur de projet. La construction de concepts chers ou peu économiques ne doit pas être permise pour des raisons d'économies en heures de personnel au cours du processus itératif. Ceci étant dit, les retards sur le planning arrêté d'un projet ne seront pas tolérés.

4.2.1.2 Spécifications

Là où du matériel est livré par un entrepreneur externe, une liste complète de produits qu'il prévoit de livrer doit être soumise à l'approbation de l'ingénieur d'études.

4.3 Conditions particulières pour un système SWER 19,1 kV

Cette section couvre les conditions particulières pour le poste de transformateur d'isolement, les lignes SWER, et de transformateurs usagers (distribution). Elle ne couvre pas la méthode de choix du SWER en tant que technologie de réseau.

4.3.1 Introduction

Le système SWER 19,1 kV est dérivé d'un transformateur d'isolement, (référence schéma 1) ou directement d'un système de distribution approprié 33 kV (référence schéma 2).

Les sections suivantes décrivent les conditions de chaque partie du réseau commençant au poste transformateur d'isolement et terminant aux bornes BT du transformateur client.

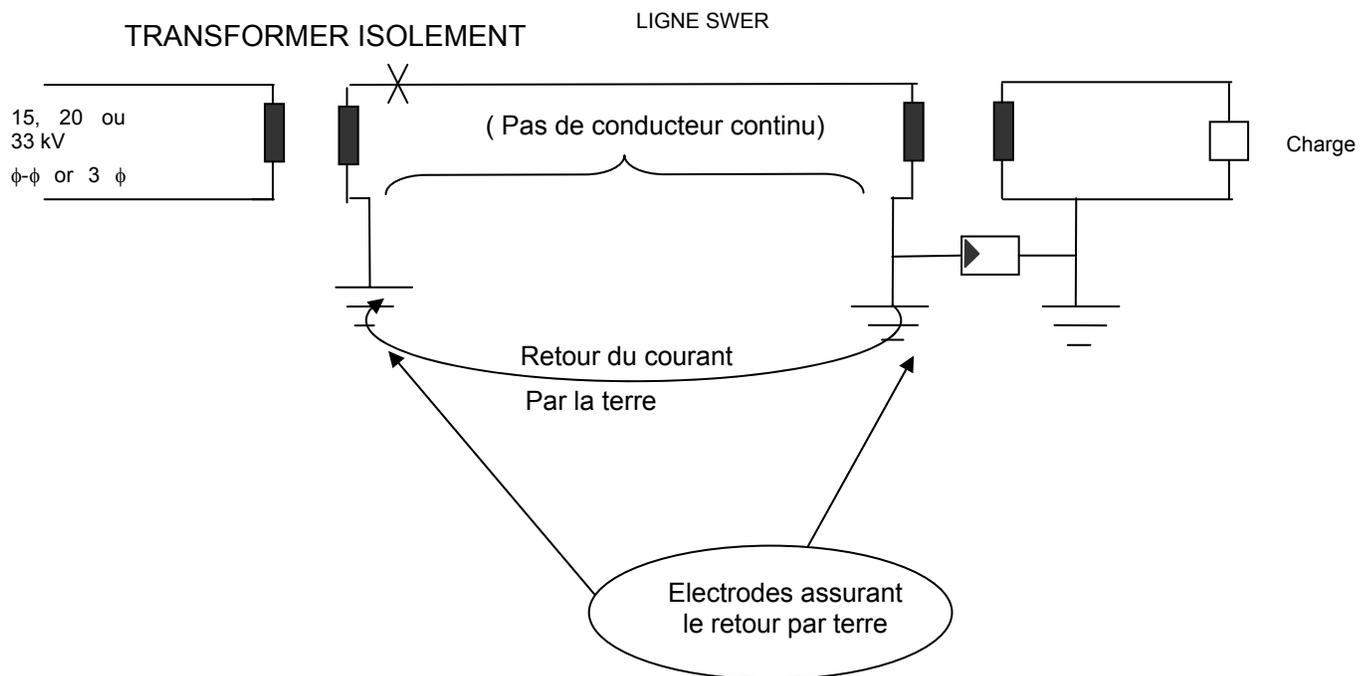


Schéma 1 : Réseau SWER 19,1 kV type en dérivation d'un réseau 15, 20 ou 33 kV (pour information seulement)

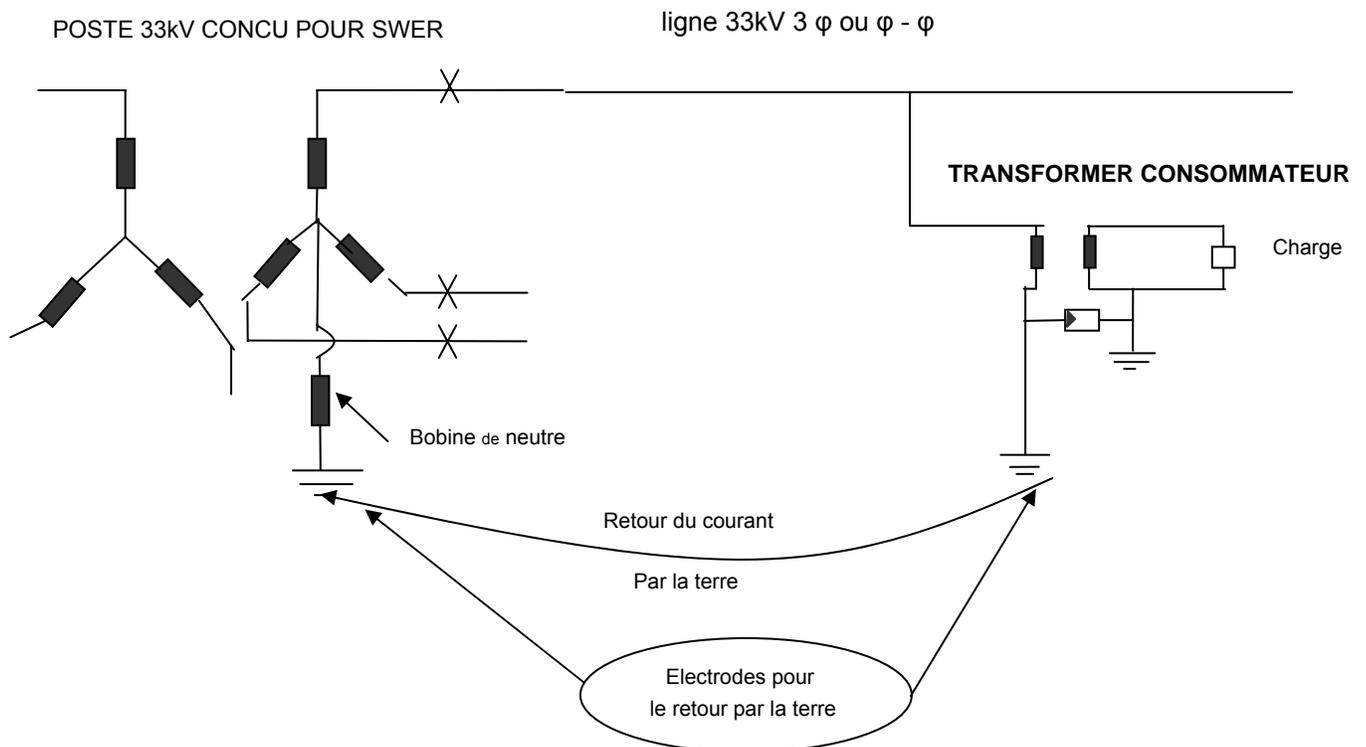


Schéma 2 – Réseau source 3 φ 33kV typique avec dérivation SWER

4.3.2 Paramètres pour des systèmes SWER au Burkina Faso

Tension nominale	19,1 kV (33 kV d'entre phases)
Intensité maximale d'alimentation	25 A
Transformateurs d'isolement	50 KVA 100 KVA 200 KVA 400 KVA

Note : Un transformateur de l'isolement 16 kVA n'est pas considéré en raison des contraintes de protection et de petite différence pratique de coût entre un transformateur d'isolement de 16 kVA et 50 kVA.

Transformateurs de distribution	16, 25, 32, 50 kVA monophasé
---------------------------------	------------------------------

Tension d'électrode pour le calcul résistance max.	type de tige	100 V
	type fosse	32 V

Résistance max. MT de la terre au transformateur d'isolement (électrode type tige)	50 kVA	26 Ω
	100 kVA	13 Ω
	200 kVA	6 Ω
	400 kVA	3 Ω

Résistance max. MT de la terre au transformateur de distribution	16 - 50 kVA	30 Ω
--	-------------	------

Résistance BT de la terre au transformateur de distribution	la même philosophie que les systèmes MT triphasé et entre phases (référence à NFC 11-201)
---	---

Protection Tension maximale de pas	Réenclencheurs, fusibles et sectionneurs ou en combinaison : <32 V
------------------------------------	--

Niveau d'isolation de base de ligne NIB ou BIL	>250 kilovolt sur support bois ou 170 kV sur supports métalliques (idem une ligne traditionnelle 33 kV)
--	---

Niveau d'isolation de base d'équipement NIB ou BIL	>200 kilovolt pour transformateurs et 170 kV pour d'autres équipements
--	--

Paramètres instantanés des parafoudres

MT MCOV (source du système SWER : Transformateur d'isolement)	24 kV (minimum)
MT MCOV (source du système SWER: 33 kV en direct)	24 kV (minimum)
BT MCOV neutre (source du système SWER : Transformateur d'isolement)	5 (6) kV
BT MCOV neutre (source du système SWER : 33 kV en direct)	5 (6) kV

4.3.3 Poste de transformateur d'isolement

4.3.3.1 Structure de poste et disposition

Le standard offre des conceptions de postes sur structure poteau bois ou métallique avec les transformateurs de haut de poteau pour éviter la construction d'une clôture. Elle couvre ce qui suit :

4.3.3.2 Transformateurs d'isolement

Spécifications : Consulter DAO.

Taille : 50 KVA, 100 KVA, 200 KVA ou 400 KVA selon les besoins et le coût de conception.

Position : Aussi près possible d'une ligne MT biphasée ou triphasée existante, tenant compte de l'accessibilité, de conditions d'exploitation et de la résistivité du sol.

4.3.3.3 Postes de transformateurs 200 kVA et de 400 kVA sur Poteau H:

1 × 400 kVA ou 1 × 200 kVA

Parafoudres : 6 (2 en parallèle par phase sur primaire et secondaire)

fusible à expulsion d'isolement 15, 20 ou 33kV sur primaire :1 unité/transformateur (référence à l'annexe D pour la taille)

Ligne SWER 33kV (ou by-pass de réenclencheur)

Fusible à expulsion : 1 (si installé)

Réenclencheur (facultatif) : 1

Électrode de la terre : 1 par poste consistant normalement en deux électrodes Piquet de terre

: 1 La natte isolante de l'opérateur est également reliée à la terre par l'électrode principale

Enregistreur des intensités de pointe :1 unité (1 par transformateur)

Numéro de dessin :D-DT-0461 (consulter plans ESKOM)

4.3.3.4 Postes sur poteau simple, 50 et 100 kVA

Transformateur :1 × 50 kVA ou 1 × 100 kVA

Parafoudres :6 (2 en parallèle par phase sur le primaire et le secondaire)

Fusible à expulsion d'isolement 15, 20 ou 33 kV sur primaire :1 ensemble par transformateur
(référence annexe D pour la taille)

Fusible à expulsion sur ligne SWER 33 kV :1(si installé)

Réenclencheur (facultatif) :1

Électrode de la terre :1 ensemble par poste comprenant normalement de deux électrodes tige

: 1 La natte isolante de l'opérateur est également reliée à la terre par l'électrode principale

Enregistreur des intensités de pointe :1 unités (1 transformateur)

Numéro de dessin :DDT 0460 (consulter plans ESKOM)

4.3.3.5 Raccordement au système 15, 20 ou 33 kV kV

Des fusibles à expulsion de distribution seront utilisés à faciliter l'isolement du transformateur du réseau SWER MT pour un défaut de transformateur SWER. Référence à l'annexe D pour la taille et les options de fusible et à D-DT-0460 et D-DT-0461 pour l'information sur la construction.

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 11	SUR 214

4.3.3.6 Raccordement d'un système SWER au secondaire du transformateur d'isolement

Un réenclencheur monophasé ou un fusible à expulsion sur la distribution sont exigés pour s'assurer que l'intensité de charge du SWER n'excèdera pas 25 A en continu et déclenche les sections de la ligne en défaut du réseau. Le réenclencheur est présenté à la feuille D-DT-0464.

Référence à l'annexe D pour la conception de protection et les guides d'équipement, tailles, paramétrage et options.

4.3.3.7 Equipement de contrôle des intensités de crête

Un dispositif de mesures des intensités de crête est exigé lors de l'installation d'un transformateur d'isolement. C'est un dispositif simple comportant un TC surveillant l'intensité du neutre de retour.

Le secondaire du CT alimente un ampèremètre thermique d'intensité maximale (maximètre) dont les enregistrements des intensités de crête se font pour des intervalles de 15 minutes.

Le personnel d'exploitation peut employer cette lecture pour prévenir les planificateurs que la capacité du système SWER est atteinte.

4.3.3.8 Parafoudres

Les Parafoudres seront installés sur le côté primaire (15, 20 ou 33kV) du transformateur d'isolement. Deux parafoudres doivent être installés (en parallèle) à la fois sur le coté primaire et sur le coté SWER (charge/demande) du transformateur d'isolement. Les parafoudres montés coté ligne SWER seront de classe 36kV. Les parafoudres installés en parallèle doivent être du même type.

Les parafoudres installées du coté primaire seront de classe 15, 20 ou 33 kV.

Référence aux dessins D-DT-0460 et 0461.

Le ré-enclencheur, le cas échéant, sera équipé de deux parafoudres en parallèle à la fois coté source et coté charge si la densité de coup de foudre au sol est supérieure à 2 éclairs/km²/an

4.3.3.9 Ligne MT de raccordement au transformateur d'isolement

Cette ligne sera étudiée et construite conformément à la norme NFC 11-201. La ligne MT alimentant le transformateur d'isolement sera construite en biphasée. Il sera pertinent de prévoir l'installation d'une troisième phase pour l'avenir, lorsqu'un deuxième transformateur d'isolement sera requis. Généralement une deuxième ligne SWER sera alimentée d'une ligne 15, 20 ou 33 kV de section différente ou d'un réseau permettant une alimentation maillée évitant d'avoir recours à une troisième phase pour installer le transformateur d'isolement.

4.3.4 Lignes SWER

4.3.4.1 Général

Les lignes SWER utilisent des matériaux et des techniques de construction similaires à ceux des lignes MT sauf si le standard ou le DAO stipule autre chose.

L'affichage du matériel est génériquement montré sur les schémas d'assemblage..

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 12	SUR 214

4.3.4.2 Isolateurs et niveau d'isolation de base (NIB) (référence au schéma 3)

Cas de supports bois :

La coordination d'isolation, dans le cas de supports bois, des poteaux au NIB 250 kV sera réalisée en utilisant du fil nu (normalement 8 swg (Standard wire gauge) ou 3/3.35 câble d'hauban) descendant sur la longueur du poteau conformément aux dessins standards. Le câble d'hauban (3/3,35) est recommandé pour des zones corrosives.

Les isolateurs 33 kV pour des lignes SWER sont spécifiés dans NFC 11-201. Des isolateurs de type « non-Français » pourront être utilisés à conditions que leur niveau d'isolement est égale, au moins, au type prescrit.

La ligne de fuite de bois requise pour obtenir approximativement un NIB général de 250 kV en utilisant un isolateur (normalement un isolateur de poteau) avec un niveau de tension de tenue sous chocs d'onde de 200 kV est approximativement de 250 mm. Là où des isolateurs rigides sont employés pour la fixation les bretelles sur des supports d'ancrage, une ligne de fuite de bois de 250 mm au moins doit être prescrite pour assurer un NIB de la structure supérieur à 250 kV.

Toutes structures intermédiaires requièrent une isolation conforme à un NIB de 250kV par l'installation de conducteurs de décharge de foudre (CDF). Les haubans fonctionnent comme CDF quand ils sont installés sur une structure. Les structures équipées de parafoudres, par exemple les protections des transformateurs et des réenclencheurs n'ont pas besoin de câbles de décharge NIB car les évacuateurs sont fixés sur les parafoudres.

Le CDF de ligne SWER avec un câble de mise à la terre sous-jacent doit permettre une distance au poteau de 250 mm, mesurée à partir du matériel MT comme représenté sur les dessins de lignes. Il sera fixé par des agrafes au poteau et contourne le support au fond de fouille. Il ne doit pas être relié au câble de terre sous-jacent et sera situé sur le coté de poteau à la perpendiculaire de l'isolateur du fil de la terre. L'assemblage intermédiaire à 0°, D-DT-0400, illustre le montage typique.

Pour faciliter la pratique ci-dessus et dans l'intérêt de la standardisation, tous les haubans seront placés à 250 millimètres au-dessous du premier élément sous-tension du système MT.

Cas de supports métalliques :

Dans le cas de supports métalliques, l'isolement est réalisé comme pour une ligne 33 kV, selon la NFC 11-201.

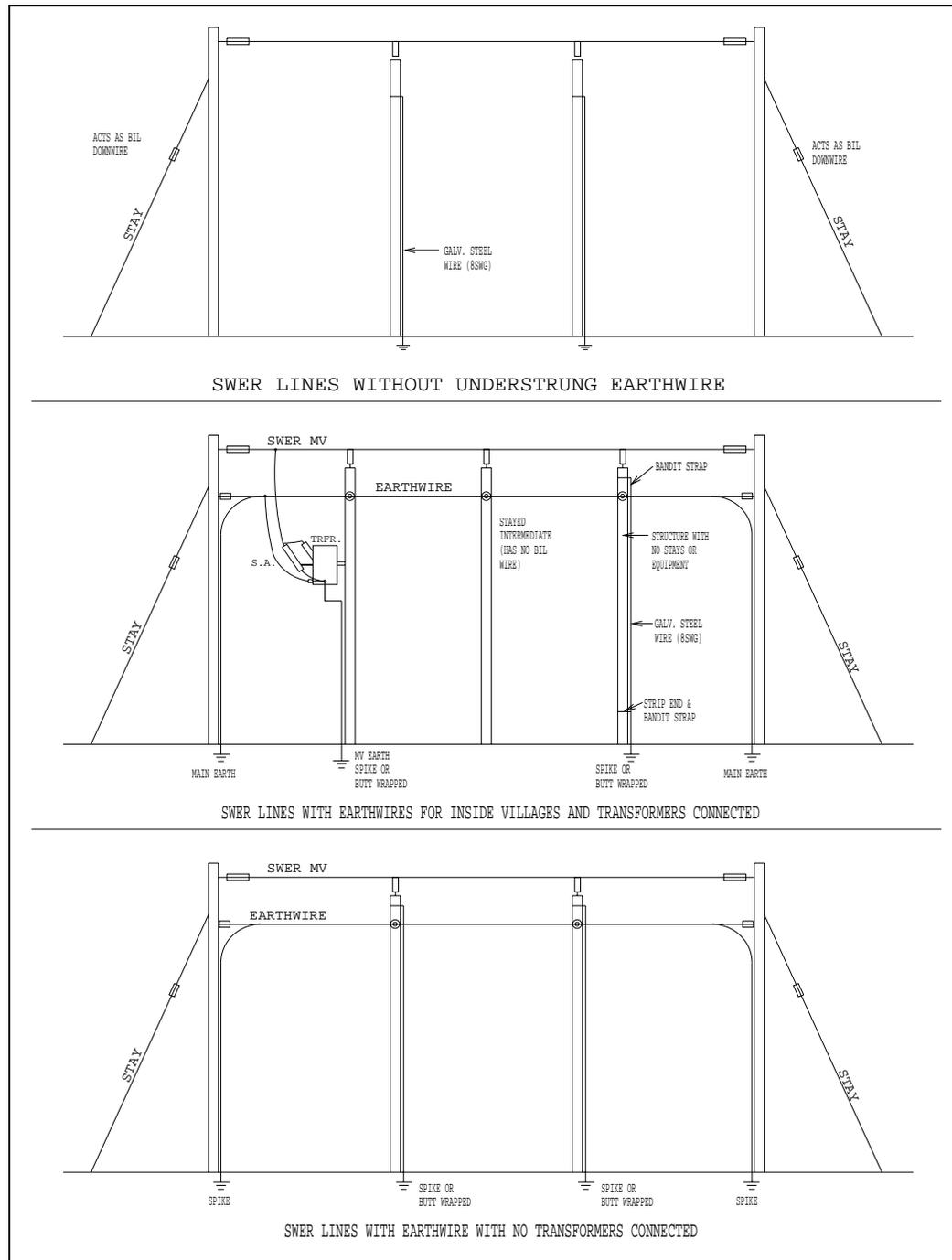


Figure 3: Mise à la terre et NIB (Basic Insulation Level, BIL) des lignes SWER sur supports bois
 Le même principe s'applique pour supports métalliques, sauf les dispositions pour atteindre un NIB (BIL) de 250 kV

4.3.4.3 Circuit SWER multiple (non recommandé)

Il peut être parfois avantageux avoir plus d'une ligne SWER alimenté d'un même point physique. Dans ce cas-ci les structures SWER peuvent porter plus d'un circuit SWER sur les tronçons initiaux de la ligne.

La philosophie suivante devra être appliquée :

4.3.4.3.1 Marquage (pour les circuit SWER multiples)

Chaque circuit SWER sera marqué sur le poteau pour son identification sur la longueur de la ligne supportant plusieurs circuits. La première structure (support) contiguë à la ligne à « circuits multiples » sera également marquée par le numéro du circuit en question.

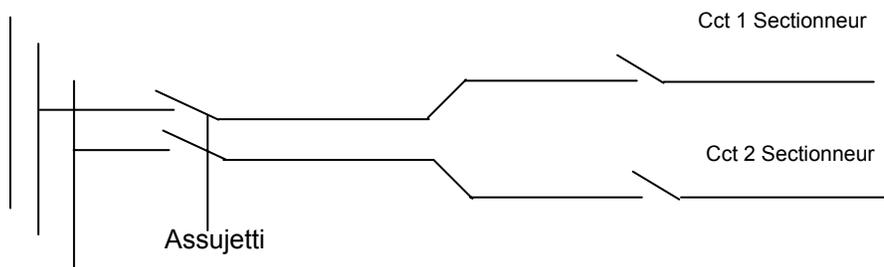
Un point d'isolement (ou liaison) sera installé là où un circuit SWER simple se branche sur une ligne SWER supportant plusieurs circuits.

4.3.4.3.2 Exploitation (pour des circuits SWER multiples)

Sur la structure à circuits multiples, tous les circuits SWER seront isolés selon les règlements applicables antérieurement à la construction de la structure supportant les lignes.

Un point d'isolement (ou liaison) sera installé là où un circuit SWER simple se branche sur une ligne SWER supportant plusieurs circuits

Un commutateur à commande assujettie doit être placée à la source des circuits SWER multiples de telle sorte que les deux circuits soient commutés simultanément c'est-à-dire qu'un circuit ne peut pas être fermé tandis que l'autre est ouvert. Les deux circuits doivent être soit ouverts soit fermés pour un instant donné.



4.3.4.4 Où utiliser un câble de la terre sous-jacent ?

Les fonctions primaires d'un câble de terre sous-jacent sont de permettre d'optimiser le nombre d'électrodes de mise à la terre pour des groupes de transformateurs en réalisant une répartition de la mise à la terre sur quelques électrodes principales. Un avantage supplémentaire est la localisation de ces électrodes principales en dehors d'un village loin des logements et des activités grand public.

Dans certains des villages, la résistivité de sol peut être trop élevée pour que des défauts phase/terre soient facilement détectés et éliminés par la protection. Dans ces cas, l'installation d'un câble de mise à la terre sous-jacent aura pour fonction de produire le courant de défaut nécessaire dans le cas d'une rupture du conducteur sous-tension entrant ainsi en contact avec le câble sous-jacent de mise à la terre. Dans les communautés où la résistivité de sol est supérieure à 1000 Ωm l'installation d'un câble de mise à la terre sous-jacent est recommandée.

Le câble de mise à la terre sous-jacent est une contrainte pour la longueur des portées en raison de la hauteur libre minimale sous portée. L'utilisation minimale de câble de mise à la terre sous-jacent conduira à des projets plus rentables.

Les structures standard permettant l'installation de câble de mise à la terre ont été conçues pour une longueur de portée de 200m respectant les conditions de sécurité électrique. Avec des poteaux de 11m, on respecte les conditions de sécurité électrique pour des longueurs de portée de 200m.

L'espacement entre la phase et le conducteur de la terre peut être augmenté pour permettre de plus longues portées respectant des distances de sécurité répondant aux conditions du site et aux objectifs de projet. C'est particulièrement applicable dans les zones accidentées. L'expérience a prouvé qu'une structure (support) permettant des portées de 200m est adéquate pour l'utilisation dans des villages.

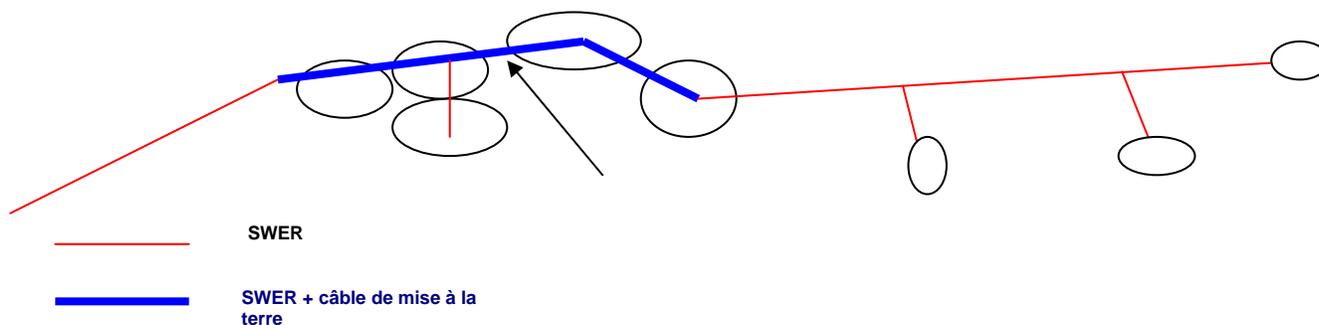
Le tableau suivant donne l'espacement exigé entre la phase et le câble de mise à la terre sous-jacent pour différentes longueurs de portée.

Espacement Phase/câble de mise à la terre	Longueur maximum de portée
700mm	200m
900mm	400m
1100mm	600m
1300mm	800m

Note : L'équation employée pour l'espacement (m) = L(km) + 0,5(m)

Ce qui suit constitue un guide pour les cas où l'installation d'un câble de mise à la terre sous-jacent est préconisée.

a) Là où les lignes SWER alimentent plusieurs zones de transformateurs qui sont contiguës voir le croquis ci-dessous.



b) Villages où la résistivité de sol sous la ligne SWER est, après mesure, assumée être trop élevée pour qu'un défaut phase/terre dû à la chute d'un conducteur puisse être éliminé par la protection. Si l'on assume que le cas le plus critique est constitué par la longueur de 10m du conducteur sous tension en contact avec le sol, l'usage d'un câble de mise à la terre sous-jacent est à considérer lorsque la résistivité superficielle du sol est supérieure 1500 Ωm le long de la ligne dans le village. Ceci demandera une réflexion au niveau de l'ingénierie.

Le câble de mise à la terre sous-jacent sera à tout moment traité comme conducteur de phase de BT

4.3.4.5 Conducteurs

Les conducteurs à employer pour SWER sont ceux utilisés pour les réseaux MT triphasés.

Les calculs mécaniques seront faits selon la NFC 11-201, sauf pour les conditions climatiques et facteurs de sécurité qui sont indiqués dans le DAO.

4.3.4.6 Structures

Il y a deux catégories de structures couvrant toutes les applications normalement rencontrées. Ceux-ci sont :

- a) structures pour le conducteur simple SWER, normalement utilisé entre le transformateur d'isolement et les villages et entre villages eux-mêmes ; et
- b) structures avec câble de mise à la terre sous-jacent (ou 2 conducteurs) SWER qui sont normalement employés pour les réseaux 19 kV dans un village couvert par plusieurs zones de transformateurs et où la résistivité de sol en dessous de la ligne excède un niveau de référence. (référence entre autres à 4.3.4.4)

Des exemples de ces structures peuvent être trouvés à l'annexe des dessins. Les détails des données de tirage pour ces structures sont fournies à l'annexe A.

Si l'on est dans un cas de figure pour laquelle il n'y a pas de structure disponible, une structure sera conçue et soumise au DT pour vérification. La philosophie du moindre de coût prévaudra toujours.

4.3.4.7 Bretelles antivibratoires

Des dispositifs antivibratoires de type à spirales ou bretelles seront obligatoirement à installer sur des lignes où la traction calculée en « Vent normal » est supérieure à 18 % de la tension de rupture. Le calcul de la longueur des bretelles fabriquées sur place sera à soumettre pour approbation avant montage.

C'est important de noter que seule l'augmentation de la traction contribue effectivement à l'obtention de portée plus longues sur des terrains plats.

4.3.4.8 Longueurs de portée et tracé

Note : Des lignes aériennes SWER ne doivent pas surplomber des bâtiments.

La philosophie du moindre coût exige que les structures seront pleinement utilisées dans la mesure du possible.

Le géomètre du projet sera instruit sur cette philosophie et les concepts seront à sa disposition. Le travail du géomètre est essentiel en termes de réduction des coûts.

4.3.4.9 Haubans

Les haubans illustrés ci-devant sur des structures sont conçus pour les charges mécaniques calculées par le concepteur. Des haubans supplémentaires ne seront pas acceptés à moins qu'ils soient absolument nécessaires en raison d'une contrainte particulière.

Les haubans de construction ne seront pas enlevés, ils seront légèrement détendus et laissés en place.

4.3.4.10 Tracés de lignes

Les tracés de ligne seront tels qu'ils soient conformes à l'objectif du moindre coût initial. Les facteurs suivants seront également pris en considération, mais ne doivent pas supplanter l'objectif de moindre coût au niveau de la conception détaillée et pratique:

4.3.4.11.1 Lignes téléphoniques

L'éloignement des lignes de téléphonie dépend d'un certain nombre de facteurs, l'un étant la longueur de ligne SWER en parallèle à la ligne téléphonique. Les éléments suivants peuvent être utilisés comme guide pratique :

Longueur de ligne SWER et de téléphonie en parallèle	Distance d'éloignement
Plus d'un (1) km	75m
Moins d'un (1) km	50m

NOTE : Les intersections de lignes doivent être à angles droits (90°).

4.3.4.11.2 Accès pour les équipes de lignes, maintenance et rétablissement du service.

En raison de la nature des zones dans lesquelles des réseaux SWER seront construits, l'aspect d'entretien des lignes SWER doit être pris en considération. Le tracé de ligne doit être accessible dans la limite du raisonnable pour des véhicules d'entretien, et les points de couplage seront localisés de façon qu'ils soient facilement accessibles permettant l'équipe d'entretien pour localiser défauts.

4.3.4.11 Distances de protection

4.3.4.12.1 La distance de protection minimale d'une phase sous tension à tout accessoire de haut de poteau sera de 500 mm. Cette distance est sensé correspondre à la réglementation concernant la protection des travailleurs relative à la médecine du travail . Le personnel de l'entrepreneur sera équipé d'un gabarit à la norme de 500 mm (règle ou bâton de 500 mm) qui sera utilisé pour vérifier continuellement des distances de sécurité, par exemple pour les bretelles pendant la construction des lignes et de l'équipement. Cette clause n'annule d'aucune façon d'autres distances de sécurité spécifiées par les dessins normatifs et autres clauses.

4.3.4.12.2 Les distances de sécurité minimale au sol seront conformes à la réglementation au Burkinba Faso et aux prescription du DAO.

4.3.4.12.3 Des câbles ONATEL ne seront pas installés sur les supports de lignes MT SWER.

4.3.4.12 Jonctions et dérivations

Tous les jonctions de conducteurs et les dérivations sur des conducteurs seront réalisées en utilisant des matériaux conformément aux spécifications et avec les outils conçus pour les accessoires, les conducteurs et la mise en œuvre. Les compétences des personnes réalisant des jonctions et/ou des raccordements de conducteurs seront certifiées pour exécuter un tel travail et la certification sera approuvée par le contremaître des travaux responsable du chantier.

La nature de systèmes SWER conduit à la réalisation de longues portées et afin d'empêcher le gaspillage de conducteurs des jonctions dans les portées sont autorisés sous les réserves suivantes :

- une seule jonction est acceptée dans une quelconque portée et ceci pour permettre l'utilisation des tourets;
- traversées difficiles d'accès pour le travail de réparation ne doivent pas contenir des jonctions dans quelques portées que se soit;
- traversées de route ne doivent pas contenir de jonctions dans quelques portées que se soit;
- les jonctions doivent être établies au moins 10m du point le plus bas de la portée et au moins à 10m de toute structure (support).

4.3.5 Transformateurs SWER de distribution

4.3.5.1 Spécifications

Les transformateurs types monophasé 16, 25, 32 et 50 KVA sont montés sur poteau simple. Pour la spécification du transformateur, référence est faite aux prescriptions du DAO.

4.3.5.2 Raccordement au réseau SWER

Si des sectionneurs en amont sont utilisés, raccorder les transformateurs en utilisant de porte-fusibles à expulsion préassemblées 36 kV, avec liens solides à la place de fusibles pour les transformateurs qui le requièrent pour les exigences de l'exploitation..

Si des sectionneurs ne sont pas utilisés, les liens solides doivent être remplacés par un fusible conçu pour la situation. (référence à l'annexe D)

4.3.5.3 Protection des parafoudres

Le transformateur est protégé par deux parafoudres en parallèle et relié entre la ligne MT (SWER) et la cuve du transformateur (voir D-DT-0346). La cuve est reliée à la terre du système MT principal. L'installation de distribution est protégée des surtensions de système MT et de la tension permanente du retour de terre SWER en séparant la mise à la terre de système MT et BT et en installant un parafoudre sur le neutre comme décrit dans D-DT-3088. Les parafoudres montés en parallèle doivent être de même type.

NOTE -- un parafoudre 6 kV est installé sur le transformateur SWER d'isolement et sur un système SWER relié directement. Les risques de défaut de ces parafoudres dans certaines conditions sur un système SWER directement relié est très limité, toutefois des alternatives sont présentement à l'étude. Un parafoudre défectueux n'aura pas d'effet néfaste pour le client, mais constitue un risque de défaut pour le transformateur.

4.3.5.4 Structure (support)

Les structures pour les transformateurs de distribution sont illustrées sur les schémas D-DT-0462 et D-DT-0463. Deux des transformateurs de distribution peuvent être montés sur un même poteau.

4.3.6 Raccordement aux Réseaux BT

Le raccordement se fait à l'aide de fusibles externes ou de disjoncteurs BT..

4.3.7 Mise à la terre

4.3.7.1 Introduction

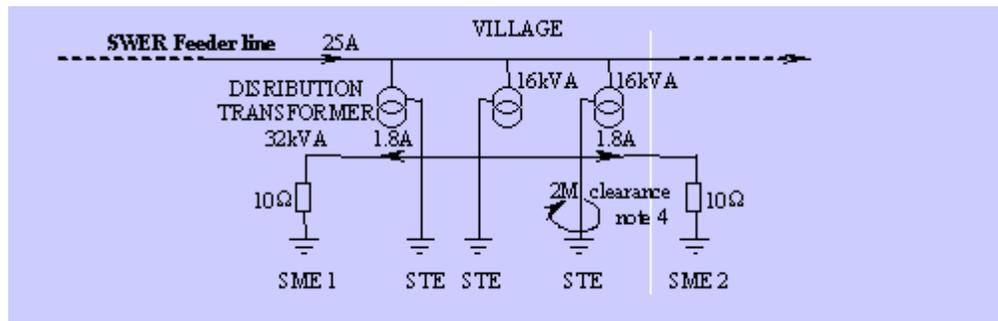
Les mesures de la résistivité de sol, le choix des électrodes et la qualité de l'installation sont des paramètres primordiaux du succès de réseaux SWER et une particulière attention sera portée à la présente partie sur la conception.

La mise à la terre SWER se compose d'électrodes spécifiques MT au niveau des transformateurs d'isolement, d'électrodes principales de système MT au niveau des transformateurs de distribution reliés à un câble de mise à la terre sous-jacent, d'électrodes de terre primaires et secondaires des transformateurs MT de distribution et d'électrodes séparées BT pour chaque transformateur de distribution. Le schéma 4 montre les concepts de mise à la terre du SWER.

L'amélioration de la valeur de la prise de terre par utilisation des agents chimiques n'est pas autorisée à moins que cette autorisation figure spécifiquement dans le DAO. Cette disposition a comme objectif d'éviter une situation où le bon fonctionnement du système dépend de la maintenance des puits de terre.

La théorie, la description, le processus et les outils utilisés pour déterminer le type et la taille d'électrodes pour la mise à la terre (type piquet de terre ou câble de fond de fosse) sont indiquées l'annexe E. Les conditions de construction et des matériaux sont illustrées sur des schémas

DDT 0210, DDT 0211, DDT 0212, DDT 0213, DDT 0214 et DDT 0215.



Notes :

1. les électrodes principales SWER de mise à la terre (résistance faible) (SME1 et SME 2) doivent être placées à l'extérieur du village afin d'éviter les problèmes de tension de pas ou de contact.
2. Il doit y avoir deux électrodes principales de terre par groupe de transformateurs.
3. La terre du poteau du transformateur (STE) est simplement assurée par un câble enfoui enroulé au pied du poteau à condition que. La valeur de résistance obtenue ne sera pas supérieure à 30 Ω. Elle doit être de petite étendue pour éviter les problèmes de tension de pas ou de contact dans le village.
4. Une distance de sécurité de deux mètres de tout élément conducteur en proximité (tel que clôture) doit être respectée autour du poteau d'un transformateur (en raison de la mise à terre) pour éviter les problèmes de tension de pas ou de contact.

Figure 5 — Schéma de mise à la terre MT par l'utilisation d'un câble de mise à la terre sous-jacent dans un village

4.3.7.2 Mise à la terre du transformateur d'isolement

Le transformateur d'isolement a une électrode principale SME de mise à la terre qui complète le circuit de retour par la terre. Tout équipement du poste est relié à cette électrode principale. La taille et le type de l'électrode dépendent de la valeur nominale du transformateur de même que les conditions d'accès et de la terre. Se référer à l'annexe E. Il y aura au moins deux câbles isolés séparés qui relient le neutre et le réservoir du transformateur MT à cette électrode de mise à la terre pour réduire le risque de perte de terre à ce niveau. Ces câbles peuvent être reliés à une ou plusieurs électrodes. S'il y a plus d'une électrode à l'emplacement du transformateur, toutes les électrodes devront être raccordées entre elles. Se référer à D-DT-0210 et D-DT-0211 pour la structure (support) du transformateur d'isolement et à D-DT-0212 et D-DT-0213 pour les principes de raccordement de l'électrode de mise à la terre au câble de mise à la terre sous-jacent

Si, pour des raisons pratiques, la terre principale du transformateur d'isolement est éloignée du transformateur alors un piquet de terre sera foncé au point du transformateur d'isolement. Ce piquet de terre devra relier à la terre principale par le câble de mise à la terre sous-jacent. Il est toujours préférable d'avoir la terre principale au point du transformateur.

4.3.7.3 Mise à la terre du transformateur de distribution

(Note : Cette section traite essentiellement de la mise à la terre MT. Pour la mise à la terre BT se référer à la NFC 11-201.

Il y a deux types d'électrodes MT de mise à la terre, des électrodes principales MT de mise à la terre et des électrodes secondaires MT de mise à la terre. La fonction de l'électrode principale MT de mise à la terre est d'assurer le retour du courant de charge et la fonction de l'électrode secondaire MT de mise à la terre est d'être

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 20	SUR 214

en appui (back-up) de l'électrode principale MT de mise à la terre lorsque le transformateur est raccordé à un câble de mise à la terre sous jacent

L'électrode principale de mise à la terre du transformateur de distribution peut être située soit à l'emplacement du transformateur de distribution ou être située à distance avec une mise à la terre réalisée par le câble de mise à la terre sous jacent. Se référer aux figures 3 et 5. Se référer au 4.3.4.4 pour les directives relatives à l'usage approprié de câble de mise à la terre sous jacent

L'agencement des électrodes BT de mise à la terre de chaque transformateur de distribution est effectué comme pour les autres systèmes MT, mais avec des résistances conçues pour coordonner les paramètres de protection SWER pour toute installation particulière. Se référer au tableau E2 en annexe E.

4.3.7.3.1 Raccordements de transformateur de distribution à un câble de mise à la terre sous jacent

Ceci se rapporte normalement aux installations d'au moins deux transformateurs de distribution dans un groupe comme décrit au 4.3.4.4. Se référer à la Fiche 1 de D-DT-0462 pour les informations concernant le raccordement. Le raccordement du neutre MT à la terre se fera par un câble nu au câble de mise à la terre sous-jacent, et par un câble isolé à électrode secondaire de mise à la terre, comme câble de fonds de fosse ou de piquet de terre lors de l'installation du transformateur de distribution. Normalement la technique du câble de fonds de fosse est employée pour les installations initiales et alors que celle du piquet de terre est utilisée lorsque vous ajoutez un transformateur à un poteau existant. C'est une condition que la valeur de résistance de la terre secondaire ne sera pas supérieure à 30 Ω.

4.3.7.3.2 Cas d'un seul transformateur de distribution

L'installation de l'électrode principale de mise à la terre devra être située au lieu du transformateur de distribution et deux câbles isolés devront relier le neutre MT à l'électrode. Se référer à D-DT-0210 et D-DT-0211 pour les informations relatives au raccordement. Se référer à la feuille 2 de D-DT-0462. Dans le cas d'un seul transformateur sur support métallique, ce support sera muni d'une gaine PE de haute densité (HDPE) solide jusqu'à une hauteur de 2 m hors sol. La gaine pourra consister de segments de gaine PE installée après le montage du support. La gaine doit être placée et fixée de façon à rendre tout contact avec le support métallique impossible.

4.3.7.3.3 Mise à la terre du câble de mise à la terre sous jacent

Le câble de mise à la terre sous jacent doit être relié aux électrodes principales MT de mise à la terre à différents points définis par la conception. Le paragraphe sur la redondance, § 4.3.7.5, détermine le nombre d'électrodes principales MT de mise à la terre qui devront être installées pour un réseau donné.

Il y aura au moins deux câbles isolés séparés reliant le câble de mise à la terre sous jacent à l'électrode principale de mise à la terre en tout endroit, se référer au D-DT-0212 et au D-DT-0213 pour les détails relatifs à la construction.

Le support des descentes des câbles de mise à la terre du neutre sous jacent, si ce support n'est pas du bois, doit être soit isolé par PE de haute densité (HDPE) jusqu'à une hauteur de 2 m ou être renfermé par une clôture de 2 m de hauteur et situé à une distance de 2 m au minimum par rapport au support.

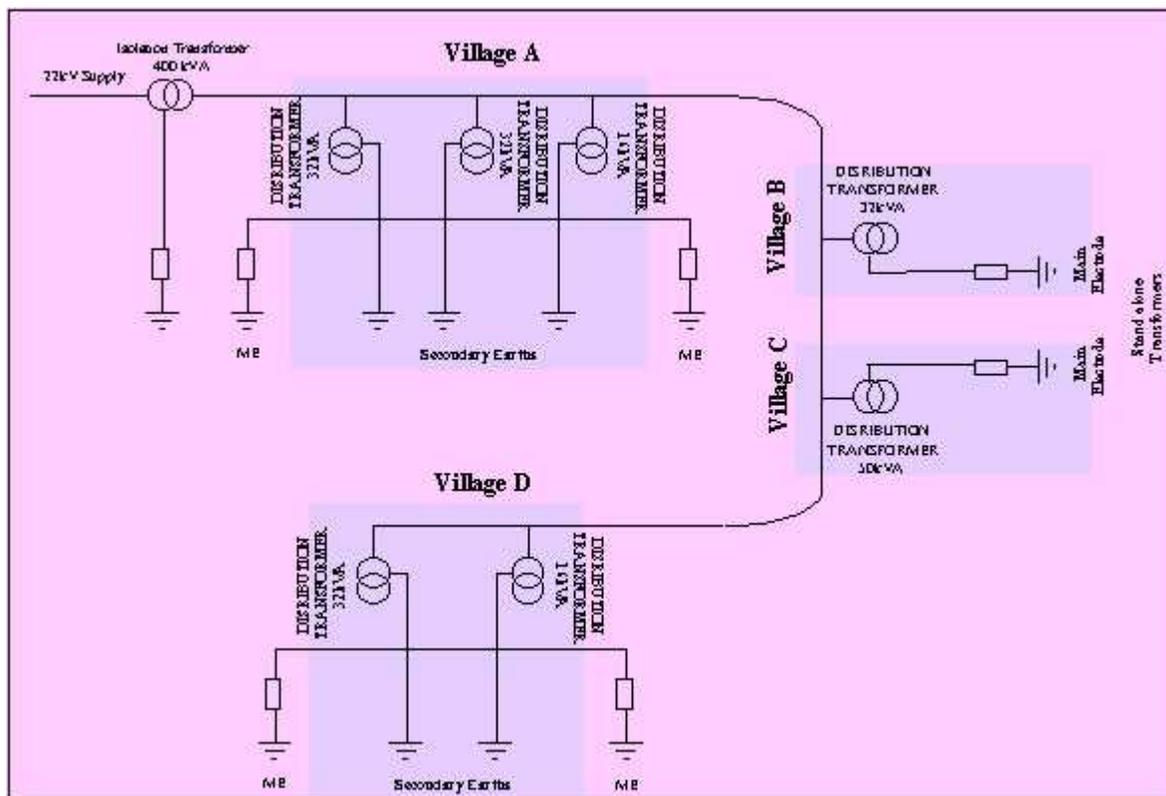


Figure 5 — Système typique SWER avec des transformateurs autonomes et un câble de mise à la terre sous jacent relié aux transformateurs

4.3.7.4 Redondance d'électrode de mise à la terre

On suppose la résistivité minimale de sol pour la conception de l'électrode de mise à la terre à $100\Omega\text{m}$. Si la valeur de la résistivité est inférieure à $100\Omega\text{m}$, la conception de l'électrode sera faite sur une base de $100\Omega\text{m}$.

Pour les groupes de transformateurs avec un câble de mise à la terre sous-jacent, le nombre minimum d'électrodes principales de mise à la terre sera de deux. Celles-ci ne devront pas être installées au même endroit.

Pour chaque transformateur simple avec un câble de mise à la terre sous-jacent, il y aura au moins une électrode principale et une électrode secondaire de mise à la terre, soit comme câble de fond de fosse ou piquet de terre au lieu du transformateur.

Pour les groupes de transformateurs avec un câble de mise à la terre sous-jacent, la résistance nominale des électrodes de mise à la terre sera calculée de telle façon que la capacité des électrodes restantes après la perte d'une électrode principale suffira pour assurer à l'approvisionnement pour la demande installée sous ce câble de mise à la terre sous-jacent.

La taille de l'électrode ou des électrodes sera basée sur la capacité installée desservie par les électrodes. Si une capacité additionnelle est ajoutée, alors la conception des électrodes doit être contrôlée pour assurer qu'elles peuvent prendre la charge additionnelle. Un équipement d'essai portatif pourra être installé temporairement pour déterminer si l'installation d'électrodes supplémentaires est nécessaire ou, encore mieux,

un voltmètre permanent qui mesure la tension entre le neutre SWER et un neutre indépendant, par exemple le neutre BT, voir la clause suivante.

4.3.7.5 Suivi d'état des électrodes de mise à la terre

L'état des électrodes principales de mise à la terre est extrêmement important et on devra les vérifier physiquement au cours de mise de surveillance régulière de la ligne et des visites de site. L'inspection veillera à ce que le câble de mise à la terre soit intact sur toute sa longueur et soit solidement fixé à l'équipement. Un dispositif à installer sur des transformateurs de distribution choisis pour donner une indication sur l'état de l'électrode MT en mesurant la différence de potentiel entre les électrodes MT et BT est actuellement en cours d'élaboration.

4.3.7.6 Etat des électrodes de mise à la terre — protection mécanique

Il est important de protéger les câbles de terre isolés, tant au lieu des transformateurs d'isolement que de distribution contre les incendies et les dégâts mécaniques. Un tuyau aux parois épaisses de polyéthylène à haute densité (HDPE) doit être utilisé à cet effet. Ce tuyau devra être mécaniquement fort, résistant à la chaleur et ne prendra pas feu facilement. Les herbes épaisses, les buissons et les plantations de canne à sucre peuvent présenter des risques d'incendie pour ce tuyau protecteur. L'installation d'une électrode de mise à la terre dans un champ de canne à sucre n'est pas conseillée. Là où cela est jugé nécessaire, les alentours des poteaux dans un périmètre d'1m sera défriché de tout buisson pour éviter que le tuyau ne soit pas exposé à une chaleur de haute intensité en appliquant un herbicide, du type 1 Outspace 100GR (herbe) ou Outspace Super (Roundup) pour les arbustes.

4.3.7.7 Électrodes des équipements auxiliaires

On appliquera une électrode d'une valeur de 30 Ω pour la mise à la terre des masses métalliques des appareils auxiliaires, tels que réenclencheurs automatique, points de comptage, etc.

4.3.7.8 Installations de transformateur

Les terres MT et BT doivent être séparées de 5 m au minimum et un parafoudre neutre doit être installée entre le neutre de la BT et le réservoir de transformateur. Pour un système SWER 400 kVA, la norme de parafoudre ayant un MCOV de 5 (6) kV doit être appliquée pour les systèmes de 33 kV solidement mis à la terre.

Toutes parties métalliques, le réservoir de transformateur et le parafoudre MT doivent être reliés à la terre MT suivant le schéma 6 ci-dessous. Ce principe doit être appliqué aux transformateurs monophasés et biphasés.

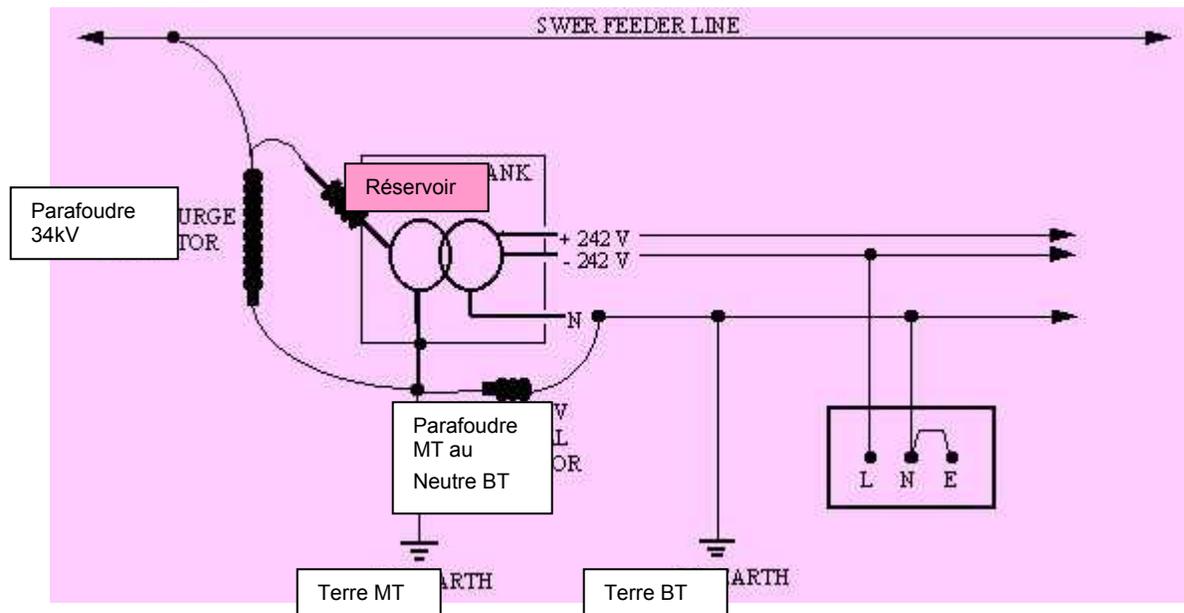


Figure 6 : Disposition de mise à la terre d'un transformateur de distribution SWER entre les terres MT et BT

La configuration de l'électrode de mise à la terre BT se fera conformément à NFC 11-201.

4.3.7.9 Haubans

Tous les haubans doivent être équipés d'un isolateur d'haubans sur tous les réseaux MT et tous les postes de distribution BT pour éviter la circulation de courants dans la piste de retour.

4.3.7.10 Bâtiments/propriétés client

Toute électrode installée à une distance de bâtiments ou propriétés d'un client inférieure à la longueur ou la profondeur de l'électrode doit être clôturée avec une distance de sécurité minimale de 2 m entre tout point de l'électrode et la clôture.

4.3.7.11 Marquage de structures mise à la terre

Sur toutes les structures mises à la terre telles que les transformateurs et certains poteaux SWER, un marquage clair sera installé avertissant les populations des dangers à l'approche et à la manipulation des installations. Ce marquage sera dans les langues locales prédominantes dans la communauté. Des exemples sont inclus dans l'annexe E.C.

4.3.7.12 Installation du réenclencheur

Le réservoir du réenclencheur doit être mis à la terre en utilisant soit

- 1) une électrode standard de 5 points montée en étoile si le réservoir est éloigné du transformateur d'isolement ou
- 2) la terre principale du transformateur d'isolement si le réservoir est placé au point du transformateur.

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 24	SUR 214

4.3.7.13 *Processus de conception d'électrode de SWER*

Le processus de conception d'électrodes SWER est donné en annexe E. Ce processus doit être respecté pour garantir l'installation d'électrodes du type et de la taille appropriés. Se référer à l'annexe G qui donne les étapes de conception nécessaires pour un emplacement optimal des électrodes SWER et pour réussir un projet SWER.

4.3.8 Protection

La philosophie de base de la protection SWER et un cadre simple dans lequel l'appliquer sont présentés en annexe D. Si une conception n'entre pas précisément dans le cadre fourni, la philosophie est décrite en détails suffisants pour permettre d'exécuter une conception de protection détaillée.

4.3.9 Repérage

Les réseaux SWER seront marqués conformément aux pratiques utilisées sur tous les réseaux MT.

Les positions de fusible auront un marquage indiquant la taille et le type de fusible à installer à cette position.

4.3.10 Inspection

Tout système SWER doit être entièrement inspecté avant la mise sous tension.

Des fiches types d'inspection sont données en annexe B.

L'entrepreneur et l'ingénieur signeront les fiches d'inspection avant la mise sous tension.

Aucune omission dans les fiches types d'inspection contenues en B n'exemptera d' aucune manière l'entrepreneur ou l'ingénieur de leurs obligations conformément à la réglementation et les textes à respecter.

4.3.11 Essai

Le système MT SWER n'exige pas d'essai électrique particulier, cependant il est absolument vital de s'assurer que le système est conçu et installé conformément à ce standard. Tout raccordement électrique doit faire l'objet d'un contrôle physique pour assurer que l'équipement indiqué a été utilisé et que les raccordements sont adéquats.

Toutes les électrodes de mise à la terre devront être testées individuellement et leurs caractéristiques inscrites sur le formulaire de test d'électrode de mise à la terre donné en annexe C.

Un système complet MT de mise à la terre peut être testé en employant une méthode d'impédance de boucle qui indiquera que l'impédance générale de boucle du système de terre en question reste conforme aux conditions de conception. Cela n'indiquera cependant pas si une électrode a une impédance plus élevée que conçue lorsqu'une autre fait la compensation en ayant actuellement une impédance inférieure à celle qui a été projetée. Par exemple lorsque, sur un long réseau une électrode était très sèche et une autre était anormalement humide lorsque l'essai a eu lieu. La méthode réelle pour effectuer pratiquement un tel essai reste à être développée.

4.3.12 Exploitation de systèmes SWER

Les réseaux SWER n'ont pas de protection contre des défauts de terre sensible (défauts résistants). L'isolement de la ligne SWER se fera par le bon fonctionnement d'un réenclencheur et son paramétrage de surintensité ou par le fonctionnement d'un fusible. Cela signifie qu'un courant de défaut suffisant doit être présent pour actionner le dispositif de protection. Lorsque la mise à la terre pour les interventions sur la ligne par des

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 25	SUR 214

exploitants est obtenue par un simple piquet de terre enfoncé dans le sol à une profondeur de 300mm environ, il y a une forte chance que le fusible ou le réenclencheur ne réagissent pas, si la ligne est accidentellement mise sous tension avec des mises à la terre installées, en raison d'une résistance trop élevée de la terre au niveau du piquet de terre. Cette question a été soulevée par un comité national de régulation HT et un groupe de travail en Afrique du Sud dont la réponse en était que la prise de précautions au-delà des pratiques d'exploitation actuelles en matière de système MT n'était pas jugée nécessaire.

Par conséquent, les réseaux SWER doivent être exploités selon les mêmes principes que les réseaux conventionnels MT triphasés.

Pour question d'intérêt, des points de mise à la terre de qualité pour les exploitants pourraient être envisagés à des positions stratégiques d'exploitation pour assurer que les dispositifs de protection SWER déclencheraient la ligne SWER si ces terres étaient branchées et que la ligne était mise sous tension accidentellement. La raison pour laquelle cela n'est pas obligatoire est la suivante :

- a) Le groupe de travail sur les réglementations HT n'a pas jugé cela nécessaire en comparant SWER au fonctionnement de réseau conventionnel MT.
- b) La difficulté est de décider où situer les positions stratégiques d'exploitation.
- c) La responsabilité à long terme de l'entretien des terres pour s'assurer qu'elles fonctionnent comme prévu à leur conception pour une très faible probabilité qu'elles soient appelées à le faire

Un paillason de terre pour le personnel devra être fourni à chaque position d'exploitation d'un poste de transformateur d'isolement pour prévenir de tension de pas élevée dans le cas où l'opérateur, réalisant de manipulations au poste de transformateur d'isolement, commuterait sur un défaut. Un paillason typique et donné au Schéma D-DT-0420.

4.3.13 Pièces de rechange

- b) Des pièces de rechange seront fournies et stockées selon les indications du DAO.

4.4 Conditions particulières du micro SWER

4.4.1 Généralités

Le micro SWER n'est actuellement pas envisagé au Burkina Faso. Néanmoins, comme la technologie existe, des projets micro SWER pourront être envisagés selon des conditions qui restent à définir, et suite à une autorisation préalable des autorités compétentes.

Le micro SWER est une technologie qui d'établir une alimentation en énergie SWER directement dérivée d'un réseau de 15 ou 20 kV ayant une protection contre le défaut de terre sensible. Ce mode d'approvisionnement est principalement conçu pour alimenter les stations de télécommunication radio mais il peut être employé pour toute alimentation de faible charge.

Les lignes SWER de ces approvisionnements en puissance sont reliées en dérivation directe de lignes principales 15 et 20 kV, permettant des approvisionnements SWER de respectivement 8,7 et 11,5 kV. Le principe est donc le même que pour le SWER dérivé en direct (sans transformateur d'isolement) d'une ligne 33 kV)

Le niveau d'isolement des composants de ligne sera de 145 kV (la famille d'équipement 24 kV) sauf pour les transformateurs ou le même niveau que pour le SWER 19,1 kV est appliqué, soit un BIL de 200 kV pour la partie du transformateur liée à la ligne SWER.

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 26	SUR 214

4.5 Exploitation BT sur les systèmes SWER

L'exploitation de BT sur les systèmes SWER est la même que pour les autres systèmes MT.

Pour les structures (supports) communes (BT et SWER sur la même structure) les distances de sécurité seront similaires à ceux des systèmes MT.

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA	PAGE 27	SUR 214
TERRE (SWER) DE 19,1kV		

ANNEXE A

Non applicable

ANNEXE B

Feuille d'inspection type

Formulaire d'inspection type des systèmes SWER

Ce formulaire ne contient que les exigences minimum et n'affranchira aucune personne ressource de sa responsabilité de réaliser un excellent travail conformément à la réglementation générale du sous-secteur d'énergie électrique du Burkina Faso

1 Référence de l'installation

1.1 Adresse électrique

1.2 Informations du Projet :

Exécuté par : _____ Date : _____ Signature : _____

NOTE — L'inspection des systèmes SWER commence lorsque les équipements sont livrés sur site et elle se poursuit jusqu'à la mise sous tension. L'important est de s'assurer que les équipements et les compétences requises pour la construction des systèmes SWER répondent à la norme retenue.

Type de Conducteur :

Equipements Essentiels	Fabricant	Code du Produit	Conformes aux spécifications	Action
Isolateurs rigides (type Post)				
Chaînes d'isolateurs fût long				
Isolateurs BT				
MT, fixation en alignement				
Pinces d'ancrage MT				
Pinces d'alignement BT				
Pinces d'ancrage BT				
Manchon en traction				
Manchon				
Support fusible à expulsion				
Elément fusible à expulsion				
Réenclencheur				
Piquets de terre				
Conducteur cuivre isolé de 25 mm				

Conducteur de cuivre massif				
-----------------------------	--	--	--	--

Outils de compression	Modèle	Dernier Test
Outils de réglage de ligne		

Contrôle de qualifications

Compétence	Personne ressource	Certifié compétent
Manchons en traction		
Manchon		
Fixations sur isolateurs rigides		
Equipement de poteau		
Tirage de ligne et réglage des câbles.		
Compactage des fouilles de poteau		

Points d'Inspection

Les points de l'inspection qui devront avoir lieu avant que la construction puisse continuer.

Mise à la terre	Nombre d'Electrodes (1, 2,3 etc.)
Formulaire d'identification de l'électrode intégralement rempli	
Profondeur de la tranchée 1 m (min)	
Longueur de position de la tranchée	
Caniveau — pose de cuivre massif	
Caniveau — raccordements et points (point central) de raccordement de câbles isolés	
Compactage du remblai de caniveau	
Profondeur du piquet (électrode)	
Caniveau jusqu'à l'électrode forée 1 m (min) de profondeur	
20 % de la longueur de l'électrode verticale est isolée	
Electrode — raccordement piquet ↔ câble isolé	
Technique de remblai de l'électrode-piquet	
Herbicide appliqué ?	
Contrôle physique de tous les raccordements au câble de mise à la terre sous jacent	

ANNEXE C

Formulaire de types de test d'électrode de mise à la terre

Mesure de résistivité et données caractéristiques d'électrode pour électrode principale de mise à la terre

C.1 Transformateur d'isolement/distribution

1 Référence de l'installation 1.1 Adresse électrique 1.2 Informations du Projet :

2 Résultats de mesures de la résistivité 2.1 Types de Sol :

Terre arabe, sol de jardin
Argile
Argile, sable et gravier
Sable et gravier
Ardoises, schiste et grès
Roches cristallines

Exécuté par : _____ Date : _____ Signature : _____

Tableau 1 — Mesure de la résistivité des sols pour les projets SWER — Résultats

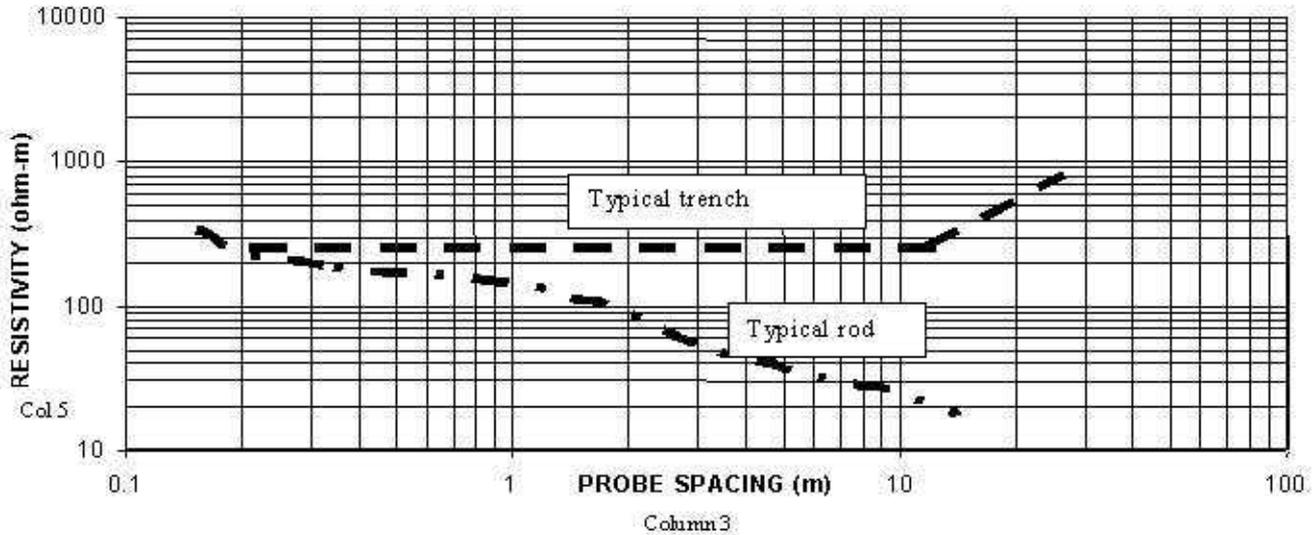
Espacement des électrodes de test a (m)	Profondeur de la couche du sous-sol examinée D=0,8a (m)	Relevé de l'appareil de contrôle R [Ω]	Facteur géométrique K K = 2π ,	Résistivité [Ω m] $\rho = RK$
1	0,8		6,28	
2	1,6		12,57	
4	3,2		25,13	
8	6,4		50,26	
16	12,8		100,53	
32	16		201,06	
50	40		314,16	
100	80		628,32	

C.2 Configuration et dimensions de l'électrode

Date : _____ Schéma de : _____

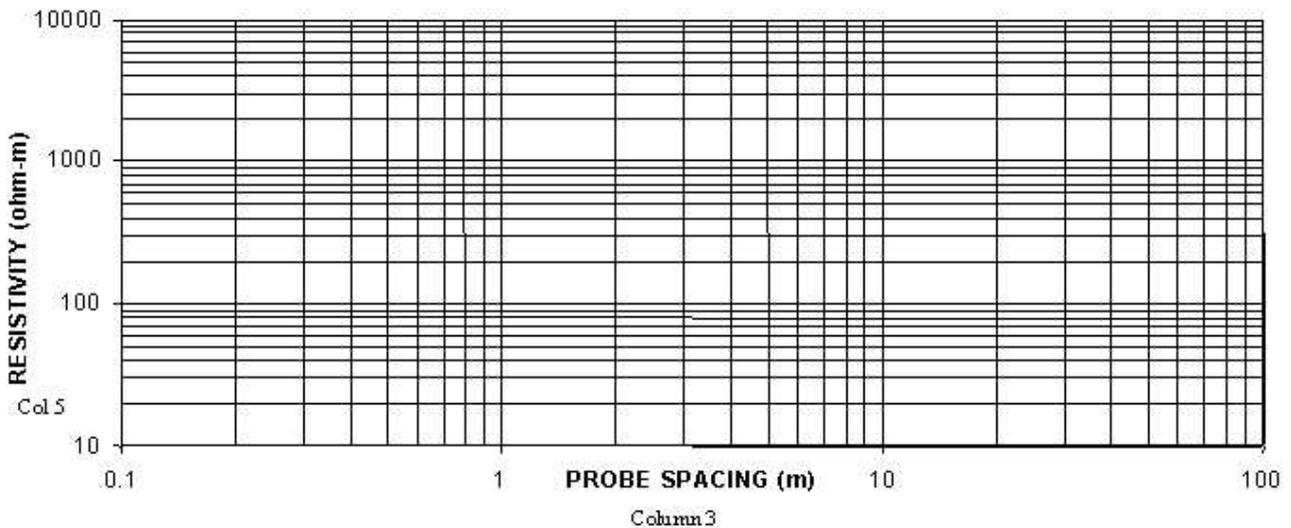
Signature : _____

Exemple qui oriente le concepteur vers une solution typique d'électrode horizontale en caniveau (Trench) ou vers une électrode verticale en puit forée ou creusé (Rod).



Note « Probe Spacing » représente la distance entre les électrodes de test

Report des résultats sur le graphique ci-dessous :



C.3 Résistance de l'électrode : Résultats de mesure suivant la méthode des 61,8 %

Définition	Position	Distance (m)	Résistance (Ω)
X	Mesure C2		
R ₁	Mesure P2 à 0,2x		
R ₂	Mesure P2 à 0,4x		
R ₃	Mesure P2 à 0,5x		
R ₄	Mesure P2 à 0,6x		
	Mesure P2 à 0,618x		
R ₅	Mesure P2 à 0,7x		
R ₆	Mesure P2 à 0,8x		

C.4 Résistance de l'électrode —résultats calculés par la méthode des quatre potentiels

R	=	0,1187R ₁	-	0,4667R ₂	+	1,9816R ₄	0,3961R ₆	=	_____ Ω
R	=	2,6108R ₂	+	4,0508R ₃	-	0,1626R ₄	0,2774R ₆	=	_____ Ω
R	=	1,8871R ₂	+	1,1148R ₃	+	3,6837R ₄	1,9114R ₅	=	_____ Ω
R	=	8,5225R ₃	+	13,6816R ₄	-	6,8803R ₅	0,7210R ₆	=	_____ Ω
R (T)	=	R (av)	=	_____ Ω					

Date : _____

Testé par : _____

Signature : _____

ANNEXE D

Philosophie, dispositifs et schémas de protection

Table des matières	Page
Introduction	45
1 Portée	47
2 Références Normatives	47
3 Définitions et abréviations	47
4 Conditions	48
4.1 Transformateur d'isolement SWER et réseau protégé par fusible	49
4.2 Transformateur d'isolement SWER avec réenclencheur automatique, sectionneur et réseau	53
4.3 Protection de lignes principales triphasée 33 kV et dérivation SWER	55
 Annexes	
D.A Contrôle des chocs d'ondes associée à la foudre sur une ligne SWER.....	57
D.B Information sur l'utilisation du produit.....	59
D.C Approche régionale pour l'utilisation du SWER	57
D.F Informations commerciales et de vente	65

Introduction

Un système de distribution SWER peut être construit en dérivation de réseau de 15, 20 ou 33kV en utilisant un transformateur d'isolement ayant un secondaire 19kV phase-terre ou directement relié à un réseau 33kV ayant un poste source conçue pour cela. Dans les deux cas, la masse générale de la terre est employée comme conducteur de retour pour les courants de défaut et de charge et c'est pourquoi les philosophies traditionnelles de protection associées aux systèmes MT trois ou quatre fils ne peuvent pas s'appliquer.

La protection des réseaux SWER est généralement obtenue au moyen de protection contre la surintensité pouvant distinguer les intensités de charge et les courants de défaut. La détection des défauts monophasés à la terre de forte impédance ne peut se faire au moyen de détection traditionnelle de défaut de terre sensible (SEF) puisque le courant de charge et celui de défaut circulent dans le même circuit et peuvent être d'intensité semblable. Pour cette raison, les dispositifs de détection de défauts de forte impédance pourraient être utilisés pour détecter les conducteurs cassés et d'autres défauts créant des arcs de forte impédance. Ces dispositifs sont déclenchés par une surintensité ou une perte de courant de charge suivis par des arcs.

Les systèmes de distribution SWER sont principalement destinés à la fourniture de solutions rentables de transfert de quantités relativement petites d'électricité (< 500kVA) sur de grandes distances. Il est important de ce fait que la protection appliquée soit appropriée au type d'équipements primaires installés.. Par exemple, les fusibles protègent généralement les lignes d'alimentation SWER en dérivation d'un transformateur d'isolement. Les réenclencheurs et sectionneurs automatiques ne sont appliqués que là où les conditions environnementales (par exemple densité d'éclairs de foudre) justifient des coûts d'investissements supplémentaires. De façon similaire, les dispositifs de détection de défaut de forte impédance ne sont rentables que lorsqu'ils sont appliqués à une Poste 33kV qui alimente un réseau SWER. La conception de système doit respecter les limites données dans les tableaux suivants. Pour toute question supplémentaire prière de vous adresser au département Technologie de Distribution.

Le risque pour la sécurité associé à un conducteur tombé par terre pour un système SWER n'est généralement pas plus grand que celui d'un système triphasé de 11kV ou même 22kV pour les raisons suivantes :

- a) la figure D.1 indique que la longueur du conducteur par terre, pour une résistivité spécifique du sol, pour créer un courant de 25A est très similaire à celle d'un système triphasé de 11 et 19kV SWER;
- b) un conducteur SWER cassé se trouvant sur la terre du côté de la charge n'est pas sous tension, à la différence d'un système triphasé où le conducteur restera sous tension par les deux autres phases raccordées et la charge;
- c) Les longueurs des portées SWER sont généralement plus grandes; ce qui conduit à une plus grande longueur du conducteur cassé en contact avec le sol; et
- c) la probabilité de défaut d'une ligne est, dans certains types de défaillance, proportionnelle au nombre de conducteurs et de ce fait une ligne SWER (un conducteur) présente un avantage par rapport à une ligne triphasée (3 conducteurs).

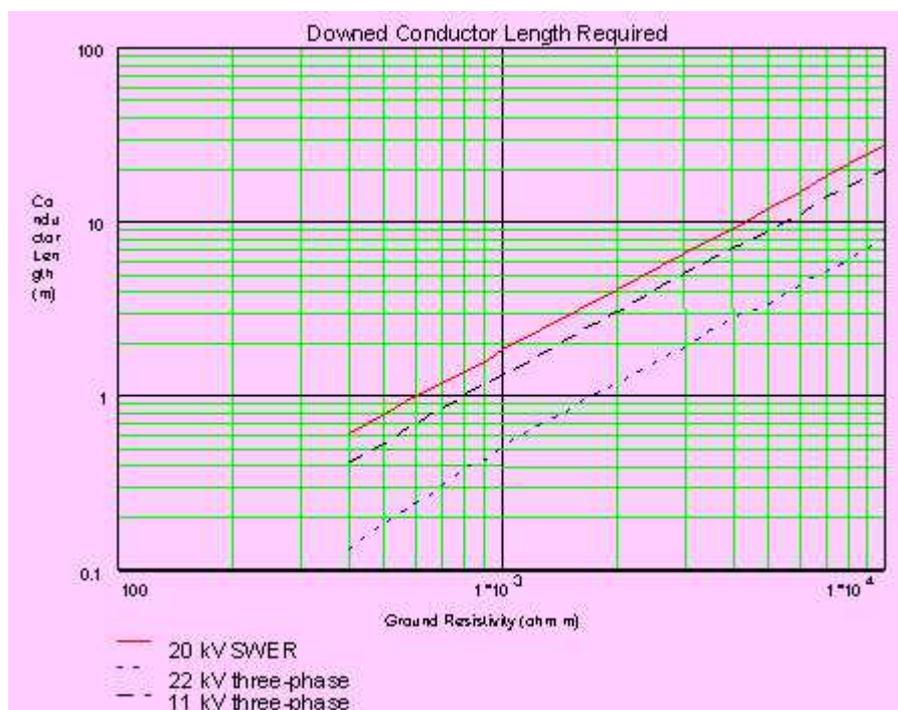


Figure D.1 — Longueur de conducteur au sol requise pour permettre à un courant de 25A de circuler pour une résistivité de sol et une tension de système donné

D.1 Champs d'application

Cette partie du standard de distribution couvre les conditions de protection des systèmes de distribution SWER en dérivation d'une source triphasée de 33kV ou d'un transformateur d'isolement raccordé entre deux phases d'un système conventionnel de 15 ou 20kV

D.2 Références Normatives

La protection d'un système SWER doit être, à la fois, adapté aux besoins de ce système même et être coordonnée avec le système en amont.

Le SWER n'est pas différent à d'autres systèmes d'alimentation lorsqu'il s'agit de la protection ampèremétrique : Un court-circuit au point le plus éloigné doit actionner l'organe de protection situé immédiatement en amont du défaut et les organes situés encore vers l'amont ne devaient pas réagir, en même temps qu'il doit être possible d'exploiter le système en pleine charge sans actionnement d'un organe de protection quelconque.

En termes de défauts à la terre le SWER diffère d'un système traditionnel. Les organes de détection habituellement utilisés ne sauront pas distinguer entre un défaut résistant (faible courant de défaut) à la terre et le courant de charge traversant la masse de la terre.

Dans un système SWER issu d'un transformateur d'isolement il faudra que l'amplitude du courant de défaut à la terre permet l'actionnement de la protection ampèremétrique, qui, de l'autre côté, doit être réglé à une valeur qui permet le courant de charge et, lors d'un enclenchement, le courant d'excitation des transformateurs, sans actionnement de la protection. Le système d'alimentation du transformateur d'isolement livre la puissance du SWER comme une charge bi-phasée. Des défauts à la terre du

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 37	SUR 214

système SWER ne seront pas détectés par le système d'alimentation comme un défaut à la terre, mais comme un courant de charge biphasé.

Dans le cas de systèmes SWER dérivés en direct d'un système triphasé 33 kV (15 ou 20 kV pour le micro SWER), le seuil de détection de défauts à la terre doit être relevé pour permettre le courant de charge, qui est capté par l'électrode principale du poste source. Il existe un relais spécial qui est capable de distinguer entre un courant de charge et un conducteur par terre, mais une expérience pratique au Burkina Faso de ce relais n'existe pas encore.

En termes de références normatives, les normes et pratiques de la SONABEL sont à respecter, et une collaboration étroite entre le concepteur du système SWER et la SONABEL sur les aspects de protection est nécessaire.

D.3 Définitions et abréviations

Pour les besoins de ce standard nous appliquerons les définitions et les abréviations suivantes :

D.3.1 Définitions

D.3.1.1 opération de protection différée : La fonctionnalité de protection se composant d'une famille de courbes ayant des temps de réponse inversement proportionnels au courant de défaut comme multiple du paramètre d'appel.

D.3.1.2 sauvegarde de fusible : Pratique par laquelle une cause de défaut est rapidement éliminée par le fonctionnement d'un disjoncteur en amont, bien que la position de défaut soit telle que le fusible aurait dû être le dispositif sectionneur.

D.3.1.3 opération de protection rapide : La fonctionnalité de protection permettant un fonctionnement rapide du disjoncteur, indépendamment du fait que son fonctionnement soit due à une fonction de protection instantanée (c'est à dire une opération sans différé intentionnel), à une fonction de protection rapide de courbe (c'est à dire consistant en une famille de courbes ayant des temps de fonctionnement approximativement constants (légèrement inverse) au multiple du paramètre d'appel), ou à une fonction instantanée ayant un temps de retard fixe relativement court.

D.3.1.4 temps de rétablissement : Le temps après qu'une opération de fermeture de disjoncteur pour laquelle les intensités mesurées sont inférieures au niveau de détection de défaut. A l'échéance de ce temps la séquence des protections est active.

D.3.1.5 fusible à répétition : Un fusible à expulsion pouvant automatiquement réactiver un nouvel élément du fusible juste après le fonctionnement du fusible.

D.3.1.6 sectionneur électronique monophasé : Un support de fusible à expulsion monté avec une liaison de sectionnement électronique pouvant détecter des impulsions de courant de défaut de transit et s'ouvrir pendant la période morte du réenclencheur en amont, après avoir détecté un nombre prédéterminé de défauts dans le temps de rétablissement du sectionneur. Le dispositif doit être rétabli manuellement

D.3.2 Abréviations

D.3.2.1 AR : réenclencheur automatique.

D.3.2.2 SEF : Défaut de terre sensible.

D.3.2.3 SES : Sectionneur électronique monophasé

D.3.2.4 SWER : Système monophasé avec retour par la terre.

D.4 Conditions

Les conditions des trois philosophies de protection de base pour les réseaux de distribution SWER sont couvertes c'est à dire :

- a) Les lignes principales SWER en dérivation d'un réseau de 15kV ou de 20kV par un transformateur d'isolement raccordé entre deux phases ayant une protection contre la surintensité utilisant de fusibles en série.
- b) Les lignes principales SWER en dérivation d'un réseau de 15kV ou de 20kV par des transformateurs d'isolement monophasés, raccordés entre deux phases, avec une protection contre la surintensité à l'aide d'un réenclencheur automatique, des sectionneurs et des fusibles;
- c) les lignes principales SWER raccordées directement à un système 33kV par un poste source convenablement conçu disposant de :
 - 1) protection de surintensité et de défaut à la terre du transformateur triphasé HT/33kV (HT suppose 50kV et plus),
 - 2) protection de surintensité, de défaut à la terre et de défaut de terre sensible (SEF) des lignes principale 33kV au Poste HT/33kV avec un réenclencheur automatique. Cela se fait grâce à un relais qui assure une protection SEF, de surintensité et de défaut à la terre par des techniques de reconnaissance des formes d'ondes du courant et qui a une fonction intégrée de réenclenchement automatique,
 - 3) protection de surintensité en aval grâce à une série du réenclencheurs, de sectionneurs et de fusibles.

La décision de n'utiliser que des fusibles ou une combinaison de fusibles, de sectionneurs et de ARs dépendra du comportement de la ligne en question, du coût du déplacement et du nombre de pannes envisageables dues à des facteurs environnementaux. L'annexe D.A présente les recommandations à cet égard.

D.4.1 Réseau SWER protégé par fusible et par transformateur d'isolement

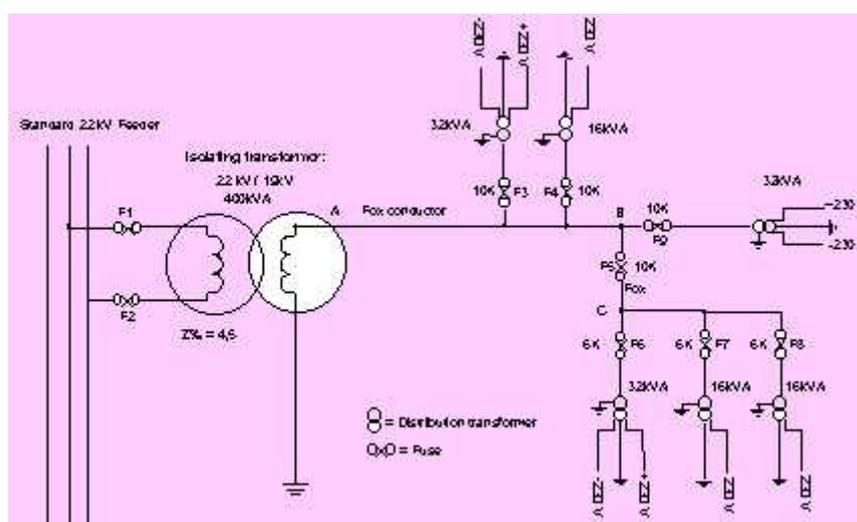


Figure D.2 — Lignes principales 11kV ou 22kV triphasées typiques ayant une ligne SWER entièrement protégés par fusibles en dérivation par un transformateur d'isolement.

La Figure D.2 illustre l'exemple d'un système SWER typique protégé par fusible en dérivation par un transformateur d'isolement. La fonction du transformateur d'isolement consiste à isoler de manière galvanique le réseau SWER du réseau de distribution triphasé, empêchant le courant SWER

d'affecter les relais de mesure de défaut de terre sur le réseau de 11kV/22kV (au Burkina Faso 15, 20 ou 33 kV). Les conditions de protection se présentent comme suit :

D.4.1.1 Il est recommandé que les fusibles primaires, F1 et F2, soient installés au transformateur d'isolement conformément au tableau D.1. La fonction de ces fusibles consiste à protéger le réseau de 11kV/22kV contre une défaillance de transformateur d'isolement et dans une certaine mesure de limiter les dommages du transformateur en cas de défaillance. La caractéristique nominale du fusible se fonde sur les considérations suivantes :

- a) Il a été décidé de normaliser les fusibles du type K afin d'en réduire le stock, mais ce commentaire n'est vrai que si l'on décide d'utiliser des fusibles de 22kV sur le réseau SWER au lieu de fusibles 33kV. Cette question est actuellement à l'étude. En raison des faibles niveaux de défaut présents dans les réseaux SWER les fusibles de type K de faible valeur (inférieure à 20K), bien qu'ils soient sensibles aux tensions transitoires seront recommandés;
- b) Les valeurs nominales suggérées pour le fusible du type K sont 30K, 20K, 15K, 10K et 6K. Le fusible 6K ne doit être utilisé qu'avec un réenclencheur 5 ou 10A avec bobines de déclenchement en séries ou dans certains cas en aval d'un fusible de 10K. Les fusibles de 30K, 20K et 15K seront réservés comme fusibles primaires de transformateur. Voir le tableau D.1.
- c) F1 et F2 ne sont pas supposés assurer la protection du transformateur contre les surcharges;
- d) Le calibrage d'une protection de surintensité d'un réseau 11kV/22kV doit être contrôlé et si le calibrage s'avère impossible pour un réseau donné les fusibles primaires peuvent être retirés pour résoudre le problème. Dans ce cas le calibrage devra être confirmée entre les fusibles secondaires et la protection du réseau 11kV/22kV

Tableau D.1 — Valeur nominale primaire du fusible de transformateur d'isolement

TRFR d'isolement (kVAa)	Valeur nominale de fusible (F1 et F2) (Elément de fusible de Type K)	
	11 kV	22 kV
50	30K	15K
100	30K	15K
200	30K	15K
400	30K	15K

D.4.1.2 Un seul niveau de fusible est suggéré pour installation sur le réseau SWER, mais un deuxième niveau de fusible pourra être installé dans certains cas. Ces suggestions se basent sur les considérations suivantes :

- a) Le courant SWER est limité à un courant maximum de déclenchement de 30A, donc la valeur nominale maximum suggérée de fusible sera un fusible de 10K (F3 à F5 & F9) afin de limiter le courant potentiel entre 20A et 25A (intervalle de fonctionnement)..
- b) Un deuxième niveau de fusible, un fusible 6K (F6 à F8), pourra être installé comme fusible de transformateurs de distribution individuels au point de dérivation. La combinaison 10K/6K est sélective jusqu'à 150 A environ. L'utilisation de fusible 6K peut se justifier dans le cas où localiser le défaut soit très difficile à cause d'un réseau étendu ou d'un terrain inaccessible. Il faut

particulièrement veiller à ce que les fusibles 6K ne soient pas installés aux points du réseau où le niveau de défaut dépasse 150A au plus.

Le critère utilisé en b) ci-dessus est que, pour une coordination de fusible à fusible appropriée, le temps de réaction du fusible ayant la plus petite valeur nominale à un courant donné, mesuré sur la courbe du durée maximale de fusion, n'excède pas 75 % du temps de réaction du fusible ayant la plus grande valeur nominale mesuré sur la courbe du durée minimale de fusion pour le même courant.

L'inconvénient particulier des fusibles du type 6K et 10K est qu'ils sont sensibles aux tensions transitoires et peuvent être à l'origine de déclenchements intempestifs. Cela, cependant, est une réalité avec laquelle il faudra vivre puisque le niveau de courant maximal permis SWER (25A) dicte la valeur nominale maximale de fusible à utiliser.

Il est important de s'assurer que le fusible choisi puisse détecter un défaut de fin de zone. Le niveau de défaut minimum permis sera au moins $4 \text{ à } 4.5 \times$ la valeur nominale de fusible. Ainsi un fusible de 10K ne réagira que pour des courants de défaut minimum de fin de zone se situant entre 40A et 45A.

Le Tableau D.2 présente le courant maximum de calibrage pour les combinaisons de valeur nominales de fusibles primaires et secondaires. Ce tableau s'applique à toutes les tailles de transformateurs d'isolement standard SWER, c'est-à-dire 50kVA, 100kVA, 200kVA et 400kVA.

Il est suggéré d'utiliser la combinaison de fusible 30K/10K pour les transformateurs d'isolement (50kVA, 100kVA, 200kVA et 400kVA) raccordés à une tension de source 11kV. Il faut cependant, remarquer que ces fusibles ne seront pas sélectifs pour des défauts francs sur le secondaire d'un transformateur 400kVA alimenté d'un réseau de 11kV

En pratique, ceci devrait ne pas poser problème puisqu'on utilisera normalement un réenclencheur SWER avec un transformateur d'isolement de 400kVA.

Il est suggéré que la combinaison de fusible 20K/10K soit utilisée pour les transformateurs d'isolement (50kVA, 100kVA et 200kVA) raccordés à une tension de source 22kV.

Il est suggéré que la combinaison de fusible 30K/10K soit utilisée pour un transformateur d'isolement 400kVA raccordé à une tension source de 22kV car elle fournira une sélectivité appropriée des fusibles primaire/ secondaire pour des défauts francs sur le secondaire du transformateur.

Tableau D.2 — Courants maximum pour la coordination de fusible primaire et secondaire de transformateur d'isolement

		Tension Source			
		11kV		22kV	
Caractéristique de fusible (F1 & F2)	Valeur nominale du fusible (F3)	Courant secondaire	Courant primaire	Courant secondaire	Courant primaire
30K	15K	Aucune coordination	Aucune coordination	900A	780A
30K	10K	470A	800A	900A	780A
20K	15K	Aucune coordination	Aucune coordination	230A	200A
20K	10K	Aucune coordination	Aucune coordination	550A	480A

15K	10K	Aucune coordination	Aucune coordination	350A	300A
-----	-----	------------------------	------------------------	------	------

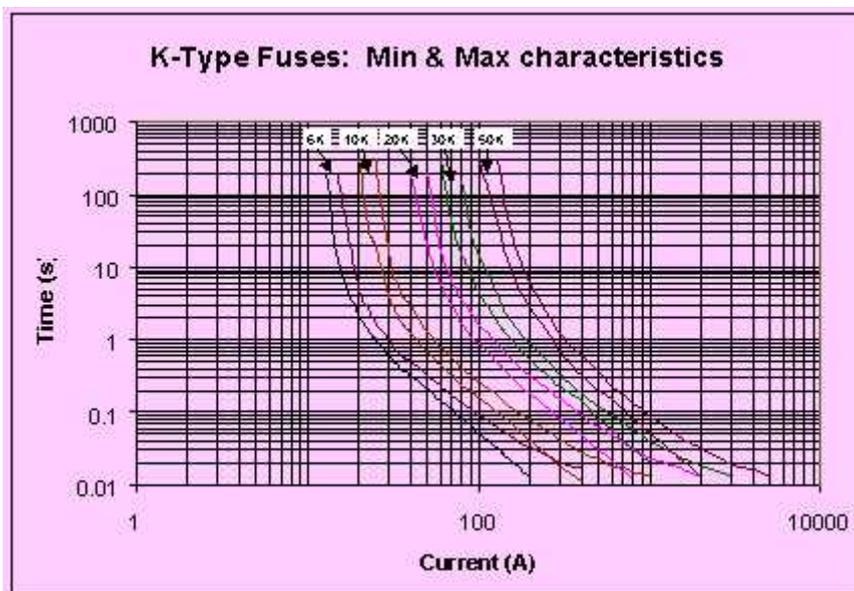


FIGURE D.3 — CARACTÉRISTIQUES DE FUSIBLE

D.4.1.3 Lorsque l'on conçoit un dispositif de protection, les considérations principales pour la configuration du système devront se baser sur ce qui suit :

- les niveaux de défaut maximum dans les différentes parties du réseau doivent être vérifiés pour assurer une coordination des fusibles en série;
- l'utilisation de fusibles 10K pour isoler les dérivations de la ligne principale en cas de défaut sur la dérivation;
- l'installation de fusibles 6K pour les transformateurs de distribution raccordés à une dérivation contrôlée par un fusible de 10K. On vérifiera que le niveau de défaut au point de fusible n'exécède pas 150A dans le pire des cas, autrement la coordination avec le fusible 10K en amont sera perdue;
- Protection** d'un groupe de transformateurs de distribution raccordés en dérivations d'une capacité installée de transformateur de moins de 150kVA par un fusible de 10 K ; et
- les tailles de fusible recommandées sont sensibles aux intensités transitoires et de ce fait l'utilisation de fusibles à répétitions sur le réseau SWER dans les zones de forte densité d'éclairs pourrait être considérée. L'annexe D.A présente les lignes directrices pour choisir de l'utilisation de fusibles, de fusibles à répétition ou un AR sur la base du comportement de la ligne en question, des coûts de déplacements et du nombre de défauts probables provoqués par des facteurs environnementaux. Vous trouverez de plus amples informations sur les fusibles à répétitions en annexe D.B.

On pourra employer le Tableau D.3 comme guide d'application des fusibles à répétitions. Il est important de prévoir l'effet d'échauffement du fusible en amont (sur le transformateur d'isolement primaire) dû à un défaut de fusible en aval sur le réseau SWER. Ceci est fait au tableau D.3 en doublant la période maximum de l'élimination du défaut par le fusible sur le réseau SWER. Ce temps de réaction doublé doit encore se conformer à la règle de 75%. Voir D.4.1.3 b). Les pourcentages

indiqués au tableau D.3 sont des rapports du temps doublé de réaction des fusibles SWER aux fusibles primaires de transformateur exprimés en pourcentages. Le "Y" indique que sélectivité soit obtenue pour le courant de défaut indiqué dans la colonne à gauche, et le "X" indique aucune réaction de fusible. Les deux cas dans la colonne du fusible 10K où les pourcentages sont légèrement supérieurs (76% et 77%) à la règle de 75% sont encore acceptables étant donné que la règle de 75% n'est pas une règle exacte.

Tableau D.3— Calibrage de Fusible à répétition avec des fusibles primaires de transformateur :

Le double des durées maximales de l'élimination du défaut par les fusibles secondaires est appliqué

Niveau de défaut 19kV [A]	PRIMAIRE						SECONDAIRE		CALIBRAGE DE FUSIBLE PRIMAIRE/ SECONDAIRE			
	Fusible de 30K @ 11kV			Fusible de 15K @ 22kV			Fusibles @19kV		30K Fusible Primaire		15K Fusible Primaire	
	Ip	tp min		Ip	tp min		6K 2xtmax	10K 2xtmax	6K	10K	6K	10K
30	52,09	X		26,05	X		2	32	X	X	X	X
40	69,45	40		34,73	40		1	6	Y 2,5%	Y 15%	Y 2,5%	Y 15%
50	86,82	10		43,41	18		0,64	2,6	Y 6,4%	Y 26%	Y 3,5%	Y 14%
60	104,18	4,1		52,09	4,7		0,46	1,6	Y 11%	Y 39%	Y 9,8%	Y 34%
70	121,55	3		60,77	2,2		0,36	1,14	Y 12%	Y 38%	Y 16%	Y 52%
80	138,91	1,6		69,45	1,4		0,26	0,8	Y 16%	Y 50%	Y 19%	Y 57%
90	156,27	1,2		78,14	1		0,22	0,64	Y 18%	Y 53%	Y 22%	Y 64%
100	173,64	1		86,82	0,7		0,18	0,54	Y 18%	Y 54%	Y 26%	Y 77%
120	208,36	0,51		104,18	0,5		0,14	0,38	Y 27%	Y 75%	Y 28%	Y 76%

Le Tableau D.4 ci-dessous donne le courant de défaut maximum SWER, qui devrait cependant permettre à un fusible à répétition à deux éléments installé sur le réseau SWER de fonctionner avec les fusibles primaires mentionnés de transformateur d'isolement.

Tableau D.4— Courants de calibrage maximum pour le calibrage d'un fusible à répétition à deux éléments avec les fusibles primaires de transformateur d'isolement :

Le double des durées maximales de l'élimination du défaut par les fusibles secondaires est appliqué

Valeur nominale du fusible primaire de transformateur d'isolement			
30K (Pour le 11kV primaire)		15K (Pour le 22kV primaire)	
Valeur nominale du fusible à répétition à deux éléments		Valeur nominale du fusible à répétition à deux éléments	
6K	10K	6K	10K
400A	120A	400A	120A

D.4.2 Réseau SWER protégé par transformateur d'isolement avec réenclencheur automatique, sectionneurs et fusibles

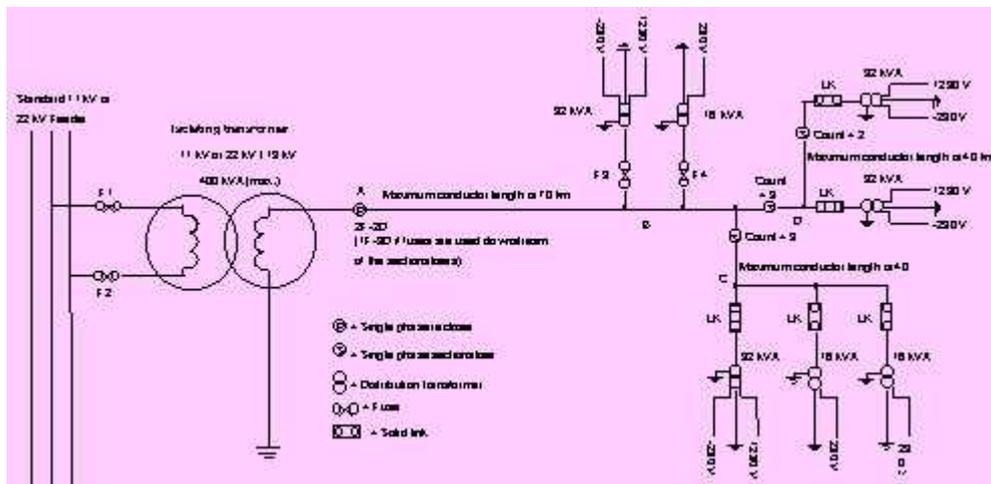


Figure D.4 — Lignes principales 11 kV ou 22kV triphasés types (au Burkina Faso 15, 20 ou 33 kV) avec un branchement de ligne SWER 19 kV par un transformateur d'isolement

La figure D.4 illustre un exemple de système typique de SWER en dérivation d'un transformateur d'isolement avec un AR monophasé, des sectionneurs électroniques monophasés et des fusibles. Le choix et le réglage de l'AR et du sectionneur et la sélection de la valeur nominale du fusible se fondent sur les considérations suivantes :

D.4.2.1 Un AR monophasé avec la capacité de réaliser des opérations de protection contre des surintensités rapides et différées est installé sur le secondaire du transformateur d'isolement. Les caractéristiques de base de l'AR permettent généralement l'utilisation d'un AR à fonctionnement hydraulique de moindre coût. Il est recommandé des AR à sectionnement par vacuum en raison de leur faible besoin d'entretien, mais actuellement il n'y a aucun réenclencheur hydraulique avec des bobines de déclenchement en série inférieure à 15A. De ce fait, il peut être nécessaire d'employer un réenclencheur électronique pour pouvoir fonctionner avec niveaux de défaut inférieurs à 30A.

D.4.2.2 La limitation à un maximum de 30A pour le courant SWER détermine le paramètre d'intervention de l'AR. Afin de limiter le courant éventuel à $\pm 30A$, la valeur de surintensité conditionnant l'intervention du AR est réglée à 30A en choisissant une bobine de déclenchement en série de 15A. Pour un AR ayant des bobines de déclenchement en série le paramètre d'intervention est toujours de 200% la valeur nominale de la bobine de déclenchement en série. Voir D.4.2.1.

D.4.2.3 Afin de permettre le sectionnement automatique de défaut on utilise au moins un sectionneur monophasé électronique sur chaque dérivation. Un maximum de deux sectionneurs peut être employé en série sur tout réseau donné car la coordination du comptage de défauts est problématique avec plus de deux sectionneurs en série.

D.4.2.4 Le courant de déclenchement du sectionneur sera inférieur au courant d'intervention du AR afin de s'assurer que le sectionneur enregistre un décompte de défaut lorsque l'AR se déclenche pour un défaut en aval du sectionneur.

D.4.2.5 Afin d'empêcher le sectionneur compte un défaut lorsque l'AR rétablit un défaut en amont, le courant de déclenchement du sectionneur sera calibré au-dessus du courant maximal de charge attendu sur la dérivation.

D.4.2.6 Pour maintenir une coordination appropriée entre AR et les fusibles en aval, la durée maximale de fusion du fusible sera inférieure au délai de l'AR pour tous les niveaux de défaut attendus. Vous observerez un temps de discrimination de 300 ms d'au moins entre le déclenchement AR et la durée maximale de fusion du fusible.

D.4.2.7 Il est important de s'assurer que AR détectera un défaut de fin de zone. Le niveau de défaut minimum admissible sera au moins 2 fois la valeur nominale des bobines de déclenchement en série. Le Tableau D.5 présente des longueurs maximales types de lignes principales SWER pour les conducteurs standard SWER et un AR disposant de bobines de déclenchement en série de 15A.

Tableau D.5 — Longueur maximum de lignes principale en km sur la base des conditions de niveau de défaut minimum pour calibrer un AR avec bobine de déclenchement en série 15A

Conducteur	50 kVA (30 A)	100 kVA (30 A)	200 kVA (30 A)	400 kVA (30 A)
Bantam	102	104	105	106
Magpie	140	143	144	144
Squirrel	182	185	187	187
Fox	221	224	226	226

NOTE — Calcul fait sur la base des hypothèses suivantes :

- résistance maximale admissible à l'électrode de mise à la terre du transformateur d'isolement.
- résistance de défaut de 40Ω .
- La construction des câbles alu-acier est comme suit

Type	Alu (nbre/diam.)	Acier (nbre/diam)
Bantam	3/1,68	4,1,68
Magpie	3/2,12	4/2,12
Squirrel	6/2,11	1/2,11
Fox	6/2,79	1/2,79

D.4.2.8 Lorsque l'on conçoit un dispositif de protection, les considérations principales pour la configuration du système devront se baser sur ce qui suit :

- la ligne directrice de l'annexe D.A. pour décider soit de l'utilisation de fusibles, de fusibles à répétitions ou d'AR, sur la base de la performance attendue du réseau ;
- les niveaux maxima de défaut majeurs doivent être vérifié pour assurer une coordination entre l'AR et les fusibles en aval et entre les fusibles en série;
- l'installation de fusibles 6K pour les transformateurs de distribution raccordés à une dérivation contrôlée par un fusible de 10K (F3 et F4). On vérifiera que le niveau de défaut au point de fusible n'excède pas 150A dans le pire des cas, autrement la coordination sera perdue avec le fusible de 10K en amont ; et
- le fusible pour un groupe de transformateurs raccordés en dérivation d'une capacité installée de transformateur de moins de 150kVA pour un fusible de 10K

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 45	SUR 214

D.4.2.9 On suggère que le choix des fusibles primaires du transformateur d'isolement, F1 et F2, se fasse selon les valeurs énumérées au tableau D.6.

Tableau D.6 — Valeur nominale du fusible primaire du transformateur d'isolement

TRFR d'isolement (kVA)	Valeur nominale du fusible (F1 et F2) (A)	
	11 kV	22 kV
50	50K	50K
100	50K	50K
200	Lien sans fusible	50K
400	Lien sans fusible	Lien sans fusible

Les informations contenues au tableau D.5 ont été tirées des sections D.4.2.9.1 et D.4.2.9.2 ci-dessous.

On a supposé qu'un réenclencheur Cooper Power Systems V4E (ou un réenclencheur ayant des courbes de protection identiques) est utilisé sur le secondaire du transformateur d'isolement, et que l'impédance de la source est de zéro et que l'impédance du transformateur d'isolement est de 4%.

D.4.2.9.1 Pour un transformateur d'isolement raccordé entre phases à une ligne de 11kV :

D.4.2.9.1.1 La courbe A sera applicable jusqu'à une valeur de 250A sur le secondaire environ (434A sur le primaire) avec un fusible de 40K, 300A sur le secondaire (520A sur le primaire) avec un fusible de 50K, et jusqu'à 300 A environ sur le secondaire (520A sur le primaire) avec un fusible de 65K;

D.4.2.9.1.2 Les courbes B et D seront applicables jusqu'à une valeur de 200A environ sur le secondaire (374A sur le primaire) avec un fusible de 40K, 250A sur le secondaire (434A sur le primaire) avec un fusible de 50K, et jusqu'à 240A environ sur le secondaire (416A sur le primaire) avec un fusible de 65K;

D.4.2.9.1.3 La courbe C sera applicable jusqu'à une valeur de 100A environ sur le secondaire (173A sur le primaire) avec un fusible de 40K, 160A sur le secondaire (278A sur le primaire) avec un fusible de 50K, et jusqu'à 200A environ sur le secondaire (347A sur le primaire) avec un fusible de 65K;

Une marge de réaction de ± 300 ms a été employée pour déterminer les courants maxima approximatifs de calibrage pour le réenclencheur et les fusibles primaires.

Pour qu'un fusible primaire soit coordonné au réenclencheur sur le secondaire du transformateur au cours d'un défaut franc secondaire, le niveau de défaut secondaire maximum attendu doit être calculé. Les niveaux approximatifs de défaut pour les transformateurs d'isolement standard sont indiqués au tableau D.7.

Tableau D.7 — Niveaux de défaut secondaires de transformateur d'isolement

Niveaux de défaut sur les secondaires de transformateur SWER, en admettant zéro comme impédance de source et 4% comme impédance du transformateur d'isolement				
50kVA	100kVA	200kVA	400kVA	500kVA
65,45A	130,89A	261,78A	523,56	654,45A

A partir des informations mentionnées et du tableau D-7 ci-dessus il est évident que seul un transformateur de 100kVA ou d'une valeur inférieure peut être protégé sur le primaire avec un fusible de 50K. Une valeur nominale de transformateur de 200kVA et plus provoquera une perte de coordination entre le réenclencheur et les fusibles primaires pour un défaut secondaire franc en aval du réenclencheur. Pour cette raison, il est conseillé de ne pas protéger par fusibles le primaire d'un transformateur d'isolement de 11kV/19,1kV pour des valeurs nominales de transformateur supérieures à 100kVA, c'est-à-dire des valeurs nominales de 200kVA et de 400kVA.

Un fusible de 65K n'apporte pas de gain réel en termes de tailles standard de transformateur, et de ce fait n'est pas recommandé.

D.4.2.9.2 Pour un transformateur d'isolement raccordé entre phases à une ligne de 22kV :

D.4.2.9.2.1 La courbe A sera applicable jusqu'à la valeur de 300A environ sur le secondaire (260A sur le primaire) avec un fusible de 40K, 380A sur le secondaire (330A sur le primaire) avec un fusible de 50K, et jusqu'à 480A sur le secondaire (416A sur le primaire) avec un fusible de 65K;

D.4.2.9.2.2 Les courbes B et D seront applicables jusqu'à la valeur 300A environ sur le secondaire (260A sur le primaire) avec un fusible de 40K, 400A sur le secondaire (347A sur le primaire) avec un fusible de 50K, et jusqu'à 490A environ sur le secondaire (425A sur le primaire) avec un fusible de 65K;

D.4.2.9.2.3 La courbe C sera applicable jusqu'à la valeur 255A environ sur le secondaire (220A sur le primaire) avec un fusible de 40K, 300A sur le secondaire (260A sur le primaire) avec un fusible de 50K, et jusqu'à 370A environ sur le secondaire (320A sur le primaire) avec un fusible de 65K;

Une marge de réaction de $\pm 300\text{ms}$ a été employée pour déterminer les courants maxima approximatifs de calibrage pour le réenclencheur et les fusibles primaires.

A partir des informations mentionnées ci-dessus et du tableau D-7 il est évident que seul un transformateur de 200kVA ou en deçà peuvent être protégés sur le primaire avec un fusible de 50K que se soit pour du 11kV ou du 22kV. Le fusible de 40 K ne s'appliquera à une tension primaire de 11kV.

Si un fusible de 40K ou de 50K est employé sur le primaire d'un transformateur de 400kVA il se produira une perte de coordination entre le réenclencheur et les fusibles primaires pour un défaut secondaire franc. Pour cette raison, il est recommandé que le primaire du transformateur d'isolement de 400kVA 11kV/19.1kV soit relié par une connexion massive dans le logement de fusible d'expulsion, au lieu d'un fusible, car le fusible de 65K n'est pas un article standard d'Escom et des problèmes de coordination avec la protection en amont pourraient avoir lieu.

D.4.3 Protection de lignes primaires 33kV triphasées et dérivation SWER

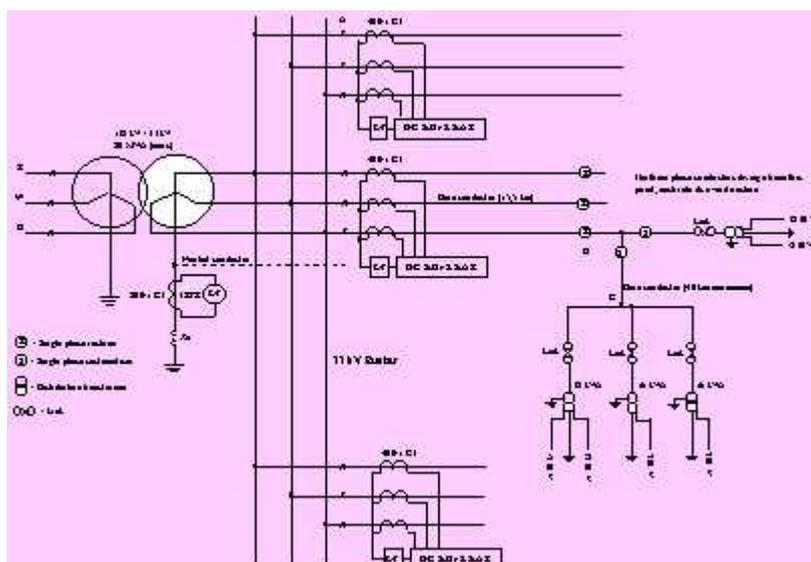


Figure D.5 — Ligne primaire 33 kV triphasée type avec lignes primaires SWER directement raccordées

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 48	SUR 214

La figure D.5 illustre un poste 33kV type adapté pour une distribution SWER. De manière typique, trois ou quatre lignes primaires triphasées émanent d'un jeu de barre 33kV, chacune alimentant en énergie différents secteurs géographiques. Les lignes primaires SWER sont alors raccordées directement à chaque phase de la ligne de 33kV. Les conditions de protection se présentent comme suit :

D.4.3.1 La protection appliquée au point du transformateur HT/MT se fera conformément aux pratiques SONABEL, adaptées au besoin du SWER. Une exception à la philosophie de protection du transformateur est faite en ce qui concerne l'omission du disjoncteur du transformateur MT afin de réduire le coût du poste. En conséquence, la protection de transformateur déclenchera tous les disjoncteurs des départs MT en cas de défaut sur le transformateur.

D.4.3.2 La protection de la ligne primaire 33kV assurera la protection contre la surintensité et de défaut de la terre et incorporera une fonction de détection de défaut de forte impédance qui utilise les techniques de reconnaissance de formes d'onde de courant pour détecter les conducteurs cassés et les autres défauts d'impédance élevée qui créent des arcs. Des relais qui offrent l'enregistrement (oscillographie et événementiel), le comptage et la communication sérielle de défauts permettant de télé-régler les paramètres du relais et de télécharger les enregistrements sont à préférer.

D.4.3.3 Il est admis que la protection de la ligne primaire 33kV déclenchera pour un défaut de forte impédance en aval de l'AR monophasé utilisé sur une dérivation SWER. C'est parce que la fonction de détection de défaut de forte impédance de la protection de la ligne primaire permet à la protection de fonctionner sur des niveaux de courant très inférieurs à celui de l'AR.

D.4.3.4. En raison du risque de rétablissement complet après un défaut provoqué par la chute au sol d'un conducteur, la fonction de réenclenchement automatique sur le disjoncteur de ligne primaire 33kV pour un déclenchement suite à un défaut à haute impédance n'est pas conseillée. On pourra revoir cela sur la base de l'expérience locale acquise sur un comportement de ligne particulière.

D.4.3.5 Les conditions de protection pour une dérivation SWER qui est protégée par fusibles vous sont expliquées de D.4.1.2 à D. 4.1.4.

D.4.3.6 Les conditions de protection pour une dérivation SWER qui est protégée par un AR, des sectionneurs et des fusibles vous sont expliquées de D.4.2.1 à D.4.2.7.

Annexe D

D.1 Contrôle des amorçages associés à la foudre sur une ligne SWER

Le niveau d'isolement de base (Basic Insulation Level – BIL) d'une ligne SWER dans les secteurs de forte densité de coups de foudre doit être maintenu au dessus de 250kV. Ceci assure que les surtensions induites suite aux coups de foudre ne conduisent qu'à un faible pourcentage d'amorçages sur la ligne.

Un éclair qui frappe directement une ligne SWER peut provoquer à un court-circuit continu phase - terre (arc) sur la ligne. Le courant de défaut SWER sera renvoyé en retour sur la ligne primaire 11kV/ 22kV comme courant entre phases qui ne sera pas facilement détecté par la protection conventionnelle sur le côté primaire du transformateur d'isolement. D'ailleurs, il ne serait pas souhaitable de permettre aux défauts sur le réseau SWER d'initier une réaction de protection sur le système 11kV/22kV. La seule manière d'éliminer un tel court-circuit consistera en la détection d'une surintensité du côté SWER du transformateur d'isolement.

Le concepteur aura le choix d'utiliser un AR monophasé, un fusible à répétition (voir D.4.1.4 sur le calibrage du fusible à répétition) ou un fusible comme protection principale sur la ligne SWER pour éliminer le défaut. Ce choix dépend de la fiabilité sollicitée de la ligne, du coût d'entretien qu'implique le remplacement d'un fusible, de la longueur de la ligne et du volume d'activité de foudre dans le secteur. La figure D.A.1 relate le nombre de coups de foudre directs attendu sur une ligne, la longueur de la ligne et la densité de foudre.

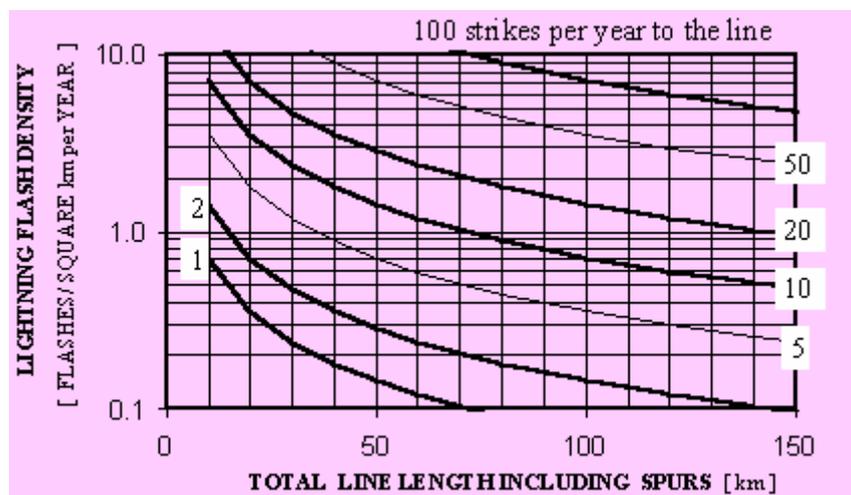


Figure D.A.1 — Nombre de coups de foudre sur une ligne SWER à l'année suivant la longueur de la ligne et la densité de foudre dans le secteur

Le choix d'utiliser un de ces dispositifs alternatifs de protection est déterminé en grande partie par le coût d'entretien comparé au coût des dispositifs de protection. La règle suivante est jugée raisonnable : Coût d'un fusible à répétition = ± R 2 500, Coût d'un réenclencheur automatique monophasé = ± R18 000, (Prix en 1997).

Tableau D.A.1 — Protection recommandée pour les différents nombres de foudres sur une ligne SWER

Coup de foudres sur la ligne dans l'année	Type de protection recommandée
Inférieur à 2	Fusible
2 à 10	Fusible à répétition
Supérieur à 10	Réenclencheur automatique

Exemple :

La longueur totale d'un système SWER, y compris toutes les lignes de dérivation, est de 45 km: le secteur a une densité de foudre de 3 coups au km²/an. De la figure D.A.1 on peut déduire que cette ligne sera frappée par le foudre moins de 20 fois par an. Dans ce cas, le tableau D.A.1 recommande l'utilisation d'un disjoncteur de réenclencheur automatique.

Annexe D

D.2 Information sur les produit et leur utilisation

D.2.1 Fusible à répétition

Un fusible à répétition offre une alternative de moindre coût par rapport à un AR. Il a la capacité de remplacer automatiquement un fusible grillé par un nouveau fusible. Ceci permet un rétablissement rapide et automatique du courant aux clients après un défaut transitoire. Dans le cas de défauts continus, tous les fusibles à répétition sauteront. Ces fusibles à répétition sont généralement équipés de deux ou trois éléments de fusibles. Ces éléments sont disposés de telle manière qu'un élément de fusible frais remplace automatiquement un élément grillé dès que l'élément en service a fonctionné.

La position physique de ces fusibles à répétition devra être choisie de sorte qu'ils soient situés le plus près possible des routes afin que le personnel d'exploitation puisse en vérifier facilement la fonctionnalité tout en vaquant à d'autres tâches. Ceci éliminera les visites de routine des fusibles à répétition, et minimise également le nombre d'appel à l'astreinte puisqu'une mesure préventive aura été prise.

Le rapport entre le prix courant actuel d'un ensemble de fusible standard monophasé et celui d'un fusible à répétition ayant deux fusibles est de 1/4 environ. Cependant, cela est acceptable puisque la réduction de la fréquence d'appel à l'astreinte et la perte de revenu, sans compter la satisfaction client, l'emportent de loin sur la mise de fonds initiale plus élevée.

L'utilisation de fusibles sensibles pour des courants transitoires (< 20K) sur des réseaux SWER renforce le principe d'utiliser des fusibles à répétition puisque le déclenchement intempestif peut constituer des problèmes plus importants que dans le cas d'utilisation de fusibles de valeurs nominales inférieures à 20K.

Coordination Fusible – Fusibles à répétition

Voir D.4.1.4 en ce qui concerne du calibrage de fusible à répétition .

Coordination de Protection Electromécanique/ Réenclencheur Hydraulique– Fusibles à répétition

La section D.4.1.4 ne traite que du calibrage de fusible à répétition. Le même principe s'applique à ce cas, c'est à dire, le doublement de la durée maximum de réaction de l'élément de fusible chargé dans le fusible à répétition, s'applique aussi au calibrage du fusible à répétition – réenclencheur hydraulique, ou au cas où des relais de protections électromécaniques sont utilisés pour la protection de la ligne SWER. Ces deux dispositifs prennent un certain temps pour se réinitialiser après le fonctionnement du premier fusible à répétition, et ceci peut déclencher la protection en amont avant que le deuxième fusible à répétition ne réagisse si on n'a pas prévu dans le temps de réponse de la protection deux réactions de fusibles à répétition en succession rapide.

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 52	SUR 214

Annexe D

(Explicatif)

D.3 Approche régionale à l'utilisation de la protection SWER

Cas exposé d'une direction régionale en Afrique du Sud, pouvant servir d'inspiration des concepteurs de systèmes SWER au Burkina Faso.

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
RÉSEAU MT:
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE
SWER-BF 01
PAGE **53**

REV
1
SUR **214**

Engineering Division

Southern Region

Electricity Delivery Network Services

Cnr. Rennie Row Rd & Queens Drive
Beacon Bay, East London

Private Bag X1
Beacon Bay, 5205

☎ 0431 700-2111

☎ 0431 700-2233



LIGNE DIRECTRICE RÉGIONALE POUR LA PROTECTION SWER

Rév. 1.3 – 15 Mai 2000

Par Richard Alschlager

Distribution (Région Sud) - EDNS Technology

Vue d'ensemble

Cette présente annexe documente la pratique recommandée pour l'installation de protection sur des réseaux SWER (Système monophasé avec retour par la terre). Il est destiné à assister les planificateurs, les ingénieurs de projet, le personnel d'entretien de réseau et de la coordination ED à produire un guide d'utilisation standard qui sera simple et pourtant efficace.

INFORMATIONS PREALABLES A LA CONCEPTION

Avant l'installation d'une protection adéquate sur une ligne SWER les informations suivantes sont requises:

1. Réglages de la protection en amont
2. Niveau de défaut au point du transformateur d'isolement (côté 19kV)
3. Niveau de défaut en bout de ligne SWER
4. Longueur de réseau SWER
5. Valeur nominale du transformateur d'isolement SWER

UTILISATION DE LA PHILOSOPHIE DE PROTECTION SWER

La philosophie serait décrite d'une façon plus pertinente par le diagramme représenté à la figure D.C.1. En se fondant sur le diagramme, les informations suivantes deviennent essentielles.

UTILISATION DE FUSIBLES TYPE D

Lorsque des fusibles type D sont utilisées, ils devront être utilisés conformément aux modalités suivantes :

Un ensemble de 30 fusibles de secours devra être maintenu dans un coffret résistant aux intempéries et à la corrosion fixée sur la structure supportant les fusibles. Le poteau devra être marqué d'une plaque indiquant, "Fusibles Type D uniquement". La plaque et les lettres devront être conformes aux normes Eskom. Le coffret sera fermé à clef E.

PARAMETRES DE RÉENCLENCHEUR SWER

Deux types de réenclencheur SWER devront être requis :

- Le Réenclencheur V4E de Coopers devra être utilisé pour les niveaux de défaut en bout de ligne (End of Line - E.O. L) SWER de 50A ou plus. Le V4E a une bobine de déclenchement de valeur nominale minimum de 15A pour un appel de 30A.
- Le réenclencheur hydraulique monophasé Type E de Coopers devra être utilisé pour des niveaux de défaut inférieurs à 50A.

La valeur d'appel du réenclencheur devra être inférieure à 60% du courant minimum de défaut sur le réseau SWER. La valeur nominale de la bobine de déclenchement devra être de 50% de l'appel.

Le réenclencheur SWER devra normalement être doté d'une déviation (by-pass).

Les réglages de séquence ARC sont décrits dans l'organigramme à la figure D.C.2. Remarquez que le réglage 2 rapides - 2 lents, ne pourra être employé que si le dispositif protecteur en amont supporte la coordination séquentielle de zone sur son cycle de surintensité ARC. Ceci empêchera de multiples déclenchements inutiles chez les clients en amont du transformateur SWER.

PARAMETRES DES SECTIONNEURS SWER

Le sectionneur unipolaire recommandé est celui du "Type Sect. 01", fabriqué par Haycolec Switchgear (Pty) Ltd et disponible chez Isotech (Pty) Ltd. Les réglages devront se faire comme suit :

- Le paramètre de décompte du courant devra être réglé à 2
- L'appel de courant du sectionneur devra être réglé entre 50% et 80% de l'appel courant de seuil du réenclencheur SWER et au moins à 1,3 fois la charge maximum attendue en aval. Choisir la

plus grande valeur possible de paramétrage pour éviter un faux décompte pendant les situations d'appel de transformateur. (inrush - pick-up traduit par)

Les paramètres devront être réglés pour permettre le fonctionnement des fusibles en aval du sectionneur, en dépit du manque de contrôle de décompte.

Tableaux de fusibles SWER

Les tableaux suivants décrivent les valeurs recommandées pour les fusibles qui peuvent être installés en aval du réenclencheur SWER ou des fusibles du transformateur d'isolement SWER (Type D). FS signifie "Sauvegarde de fusible" (Fuse saving) et indique si on peut utiliser une philosophie de sauvegarde de fusible ou non. Est inclus dans ce tableau la puissance nominale minimum du transformateur d'isolement qui peut être utilisée avec les paramètres de sorte à obtenir une protection de surcharge.

Tableau 2 – Tableau de fusibles en aval d'un Réenclencheur SWER Type-V4E

Bobine de Déclenchement en Série	Puissance Nominale Min. de Trfr	Courbe B	Courbe C	Courbe D
15 A	400 kVA	6K - No FS	10K – FS	10K - FS
25 A	1 MVA	10K – FS	10K – FS	10K - FS

Tableau 3 – Tableau de fusibles en aval d'un Réenclencheur SWER Type -E

Bobine de Déclenchement en série	Puissance Nominale de Min. de Trfr.	Courbe B	Courbe C	Courbe D
5 A	100 kVA	Aucune Valeur nominale	6K – FS	6K - FS
10 A	200 kVA	6K - FS	6K – FS	6K - FS
15 A	400 kVA	6K - FS	6K – FS	6K - FS

Tableau 4 – Tableau de fusibles en aval d'un transformateur d'isolement SWER protégé par fusibles

Fusible trafo d'isolement SWER	Fusible Client
Fusible 3 D	Aucun
Fusible 5 D	Aucun
Fusible 10 D	6 K
Fusible 20 KV (Déviation uniquement)	6 K

Liaisons de sectionnement

Il est recommandé de placer des liaisons de sectionnement sur tous les 10 kilomètres le long d'une ligne principale SWER pour circonscrire facilement le défaut.

Indicateurs de chemin de défaut

Il est recommandé d'installer des indicateurs permanents de chemin de défaut le long d'une ligne principale tous les 10 km à partir du transformateur . Le produit recommandé pour cela est le CHK LT30. Il a été testé avec succès sur les réseaux SWER.

Exemple construit 1 : SWER à Winterberg (voir les figures D.C.3 et D.C.4)

Le réseau SWER de Winterberg proche de Graaff Reinet présente les paramètres suivants :

	Source d'Information	Données
KVA installé	Schéma d'exploitation	320 kVA
Clients Raccordés	Schéma d'exploitation	10
Longueur de Réseau	Schéma d'exploitation	81 km
Protection en amont	Schéma d'exploitation	Réenclencheur Oorlog 22kV (ORG-56)
Type de protection en amont	Coordination ED	Forme 5 (KFVME)
Protection en amont. Appel en surintensité (O/C)	Coordination ED	60A
Niveau de défaut au départ ligne SWER	Planification	150A
Niveau de défaut en bout de ligne (E.O. L) SWER	Planification	73A
Puissance nominale de trafo SWER	Schéma d'exploitation	400KVA - 22/19kV

En raison de la longueur de la ligne SWER (81 kilomètres) et du niveau de défaut en bout de ligne SWER à 73A, un réenclencheur SWER devra être installé. En raison de la longueur du réseau (> 40 kilomètres), il est recommandé d'installer également un sectionneur SWER.

4.4.1.1 Paramètres de réenclencheur SWER

- Le courant de défaut le plus faible est de 73A, la valeur d'appel recommandée devra être inférieure à 42 A. Utilisant un transformateur 400 KVA, l'appel minimum pour la protection de surcharge devra être de 30A.
- Une bobine de déclenchement en série 15A avec un appel de 30A devra être employée.
- Le réenclencheur en amont devra être une Forme 5 avec une fonction de coordination de séquence de zone disponible. Puisque l'on utilise un sectionneur SWER, la séquence ARC du réenclencheur devra être réglée pour des déclenchements 1 rapide, 2 différé. Ainsi le décompte de la Forme 5 Z.S.C. devra être réglé à 1 et son déclenchement rapide de surintensité doit être de 200 ms plus lent que le déclenchement rapide V4E
- La courbe des différés V4E devra être choisie pour s'accorder avec la courbe de surintensité du réenclencheur en amont. Dans cet exemple, à un courant de défaut 150 A, en admettant une marge de calibrage de 500 ms, toute courbe sera applicable (B, C ou D). La courbe B est choisie pour une élimination plus rapide de défaut.

4.4.1.2 Fusible en aval

Une philosophie de sauvegarde de fusible a été utilisée dans cet exemple. A partir des tables de fusible, un V4E ayant une bobine de déclenchement 15A qui utilise la courbe de différé B, le fusible recommandé en aval est un fusible 6 K, c'est-à-dire que chacun des 10 clients SWER a un fusible 6K au point de raccordement.

Paramètres de Sectionneur

- Les décomptes sont fixés à 2, pour permettre le fonctionnement du fusible en aval (réenclencheur SWER réglé au cycle ARC 1 F 2 D).

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 57	SUR 214

- Le facteur de charge sur SWER est habituellement extrêmement faible (admettons 0,3). Par conséquent la charge en aval du sectionneur est de 200 KVA et la charge maximum $0,3 \times 200 \text{ KVA} = 60 \text{ KVA}$. A 19 kV, la charge ne devra pas être supérieure à 3,2 A. Les paramètres 8A, 16A, 20A et 24A sont disponibles. Dans ce cas-ci, on a choisi 20A (67% du paramètre du réenclencheur)

FIGURE D.3.1 – DIAGRAMME LOGIQUE DE LA PHILOSOPHIE DE PROTECTION SWER

O/C : Over Current : surintensité
 EOL : End of Line : Au bout de ligne

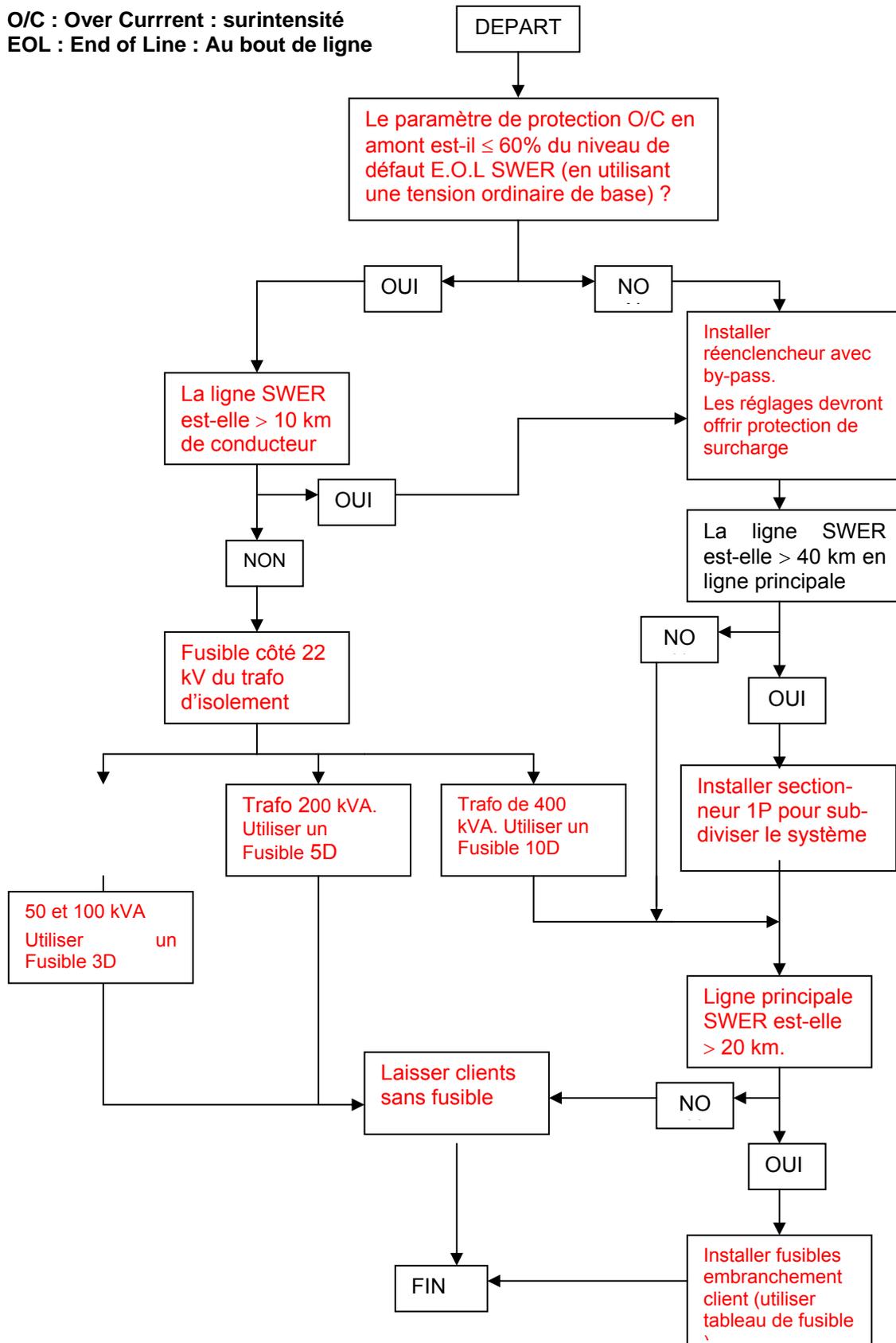
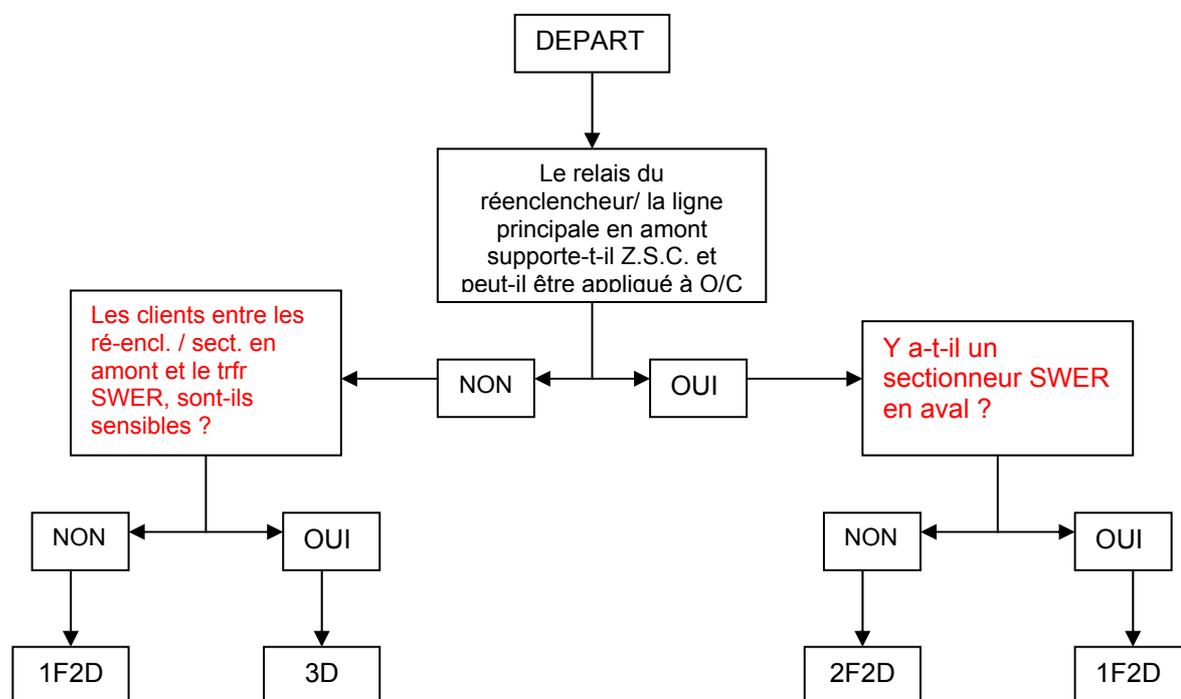


FIGURE D.3.2 – SEQUENCE ARC DU RÉENCLENCHEUR SWER



Révisions

Rev. No	Date	Par	
Rev. 1.0	18/09/99	RJA	
Rev. 1.1	01/03/00	RJA	Disposition prise pour la protection de transformateurs d'isolement 100 kVA et 200 kVA
Rev. 1.2	15/05/00	RJA	Les descriptions de plaque du fusible D ont été retirées et remplacées par "Conformément aux normes Eskom".
Rev. 1.3	15/05/00	RJA	Le paramètre du réenclencheur 35 A a été supprimé et une disposition «Déclenchement de surcharge» a été incluse dans les tableaux de réglage.

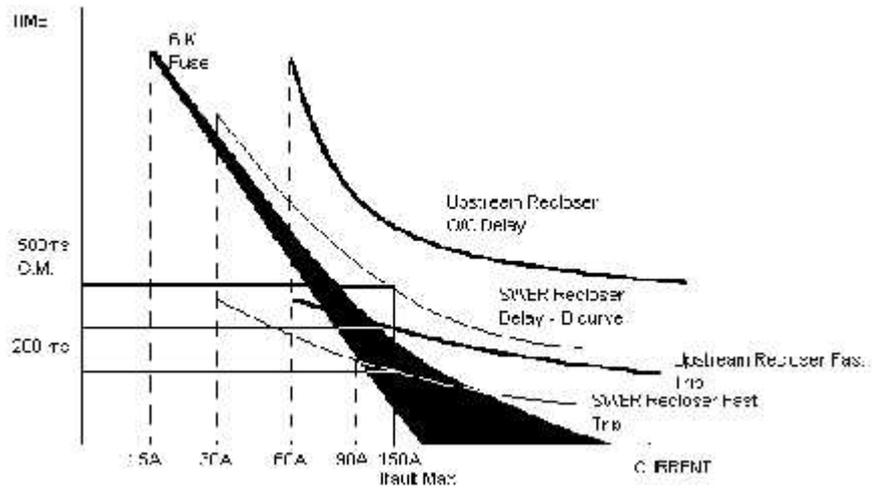


Figure D.C.3 : Exemple construit ou feuille de calibrage de la coordination de protection

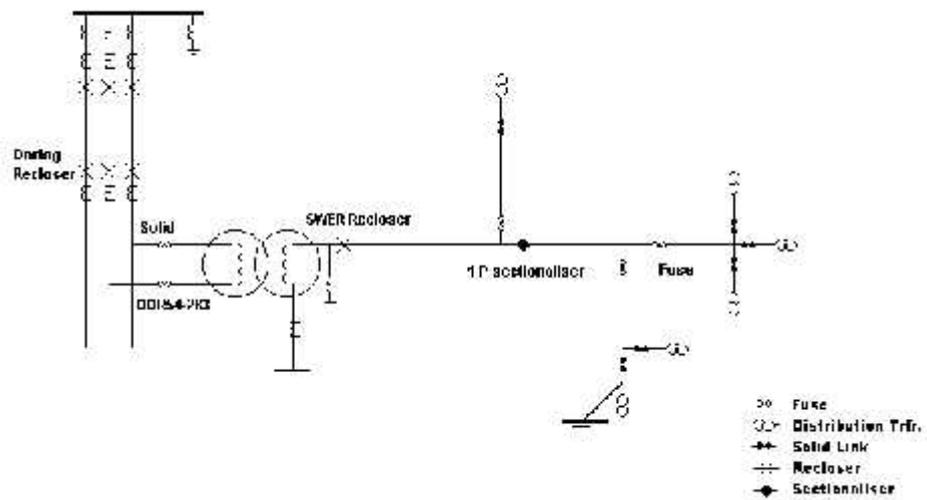


Figure D.C.4 : Exemple de schéma de réseau mis en application

ANNEXE E

Mise a la terre du réseau SWER

Introduction

Cette annexe traite de la mise à la terre de systèmes monophasés avec retour par la terre (SWER).

Les choses essentielles à retenir de cette annexe sont :

- la résistance de chaque électrode dépend des valeurs de charge et de la résistivité du sol, et le dimensionnement est déterminé par un programme informatique;
- un sertissage par replis devra être utilisé conformément à la norme MT pour les raccordements de terre. Les brides de terre ne sont pas jugées appropriées pour les électrodes SWER.
- L'électrode de mise à la terre est extrêmement importante parce qu'elle est conductrice permanente et les potentiels de tension de pas et de contact devront être maintenus à des niveaux de sécurité minimales.
- La résistance de l'électrode de terre devra être de 30 Ω , au maximum, pour assurer que la protection MT réponde comme prévu.

La mise à la terre SWER est extrêmement importante parce que cette technologie exige que les électrodes de terre assurent le retour du courant à tout moment. De ce fait, l'électrode de terre fonctionne sans interruption pour le courant de charge (fonctionnant comme un neutre) et sous des situations de défaut.

E.1 Portée

Cette section du standard de mise à la terre de la distribution concerne les équipements et les transformateurs à mettre à la terre dans des systèmes SWER. Elle traite de la méthode de choix d'électrodes pour répondre aux conditions de sol et à la conception de réseau.

E.2 Références normatives

Non-applicable.

E.3 Définitions

Les définitions énumérées ci-dessous s'appliquent.

E.3.1 Elévation de potentiel de terre (GPR) : Elévation de potentiel d'un sol autour d'une électrode de terre. C'est le potentiel maximum du sol (la terre) généré par l'électrode qui ira en décroissant au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'électrode.

E.3.2 Transformateur d'isolement : transformateur qui sépare électriquement deux systèmes MT. Dans ce contexte il sépare un système SWER du système source.

E.3.3 Retour par la terre : système monophasé dans lequel le côté neutre des charges raccordées est relié à la terre. Habituellement il n'y a pas de conducteur continu entre la source et le neutre de charge, le courant neutre circulant à travers les électrodes dans la masse de terre.

E.3.4 Tension de pas : différence de potentiel en proximité d'une électrode de terre pouvant circuler dans une personne d'un pied à l'autre en passant par le corps. L'exposition à la tension de contact présente normalement un danger plus grand que l'exposition à la tension de pas. Le contrôle de la tension de contact garantira généralement une tension de pas sécuritaire.

E.3.5 Tension de contact : différence de potentiel en proximité d'une électrode de terre qui peut circuler à travers une personne par contact par une ou les deux mains avec une structure vers les pieds ou autre point du corps en contact avec la terre.

E.3.6 Tension de transfert : différence de potentiel issue d'une l'électrode de terre qui peut circuler au travers d'une personne par la main (ou de mains) au contact d'une structure mise à la terre éloignée de l'électrode. La tension ? de transfert est plus dangereuse parce que le potentiel de la terre pour le chemin de retour de courant est plus bas.

E.4 Conditions

E.4.1 Critère de sécurité

Le critère de sécurité est déterminé par un facteur biologique — le seuil de fibrillation ventriculaire chez un être humain. La conception des électrodes est faite de façon à limiter les courants au travers le corps humain à des valeurs inférieures à ce seuil.

L'intensité sécuritaire (I_s) qui peut passer à travers le corps d'une personne sans la tuer est décrite au schéma 14 en IEC 60479-1.

L'élévation de tension "sécuritaire" (V_s) sur une électrode enfouie dans un sol ayant une résistivité superficielle ρ_s s'obtient alors par :

$$V_s = I_s \times (1,5 \rho_s + 1000) [1]$$

en utilisant une valeur $I_s = 30$ mA, le rapport entre la tension de contact admissible et la résistivité du sol peut être défini.

De l'équation [1], la tension de contact 'sécuritaire' admissible augmente de façon linéaire avec la résistivité superficielle.

Cependant, dans la recommandation de tension de transfert, de contact et de pas maximale, cette valeur est prise comme constante à 32 V.

E.4.2 Configurations d'Electrodes de terre

Les câbles de fond de fouille peuvent limiter les tensions de pas à la surface pendant que des piquets verticaux vont offrir un support conducteur vers les couches de terre profondes et créer un support moins vulnérable aux changements saisonniers. Deux configurations d'électrode devront être utilisées avec les systèmes de terre SWER :

- a) l'électrode de tranchée horizontale: Cette électrode peut prendre différentes formes géométriques mais le but sera de veiller à ce que la longueur calculée du cuivre soit en contact étroit avec la terre - un seul câble de terre par tranchée distante de 1m de la tranchée adjacente;
- b) l'électrode verticale forée en profondeur: Cette électrode devra être placée dans un trou foré à la profondeur calculée. Le forage devra être remblayé avec les matériaux de surface des environs;

Les deux types d'électrodes devront être partiellement isolées sur une partie du sol, pour les raisons avancées au E4.3 ci-dessous, ainsi qu'il suit :

- 1) le câble raccordant l'électrode de tranchée devra être isolé jusqu'au fond de la fouille (1 m de profondeur),
- 2) le câble raccordant l'électrode verticale devra être isolé sur 20 % de sa profondeur calculée, à partir de la surface.

Pour les électrodes de tranchée la configuration devra être déterminée par les conditions pratiques du sol où elles doivent être installées.

Des croquis de configurations d'électrode de fouille pour toute la gamme de transformateurs sont présentés des annexes E.C. à E.F

E.4.3 Comment isoler l'électrode

L'isolement d'une partie de l'électrode sous le sol a l'avantage d'atténuer le potentiel de terre à la surface, par rapport à l'élévation de potentiel de terre GPR (c'est-à-dire la tension au niveau de la partie nue de l'électrode en profondeur).

Les effets de l'isolation d'une partie de l'électrode ont été modélisés et les conclusions suivantes tirées:

- a) une électrode de tranchée d'une profondeur de 1 m peut répondre à un GPR de 54 V et le sol en surface aura une tension de contact 'sécuritaire' de 32 V. Cela signifie que le GPR à la surface est atténué à 60 % de sa valeur; et

Dans le présent standard, les électrodes de tranchée ont été conçues pour 32V c'est-à-dire que les atténuations n'ont pas été prises en compte.

- b) une électrode verticale isolée à 20 % de sa profondeur peut avoir un GPR 100V et le sol à la surface aura une tension de contact "sécuritaire" de 32V. Cette zone signifie que le GPR est atténué à 32 % de sa valeur.

E.4.4 METHODE DE CONCEPTION D'ELECTRODE DE TERRE

Un extrait de l'annexe G décrivant les étapes de la méthode pour trouver les concepts adéquats pour les électrodes de terre sur un réseau SWER donné a été décrit ci-dessous.

Visiter le site pour préparer les détails de conception:

- 1) Confirmer les positions de transformateur
Sont elles pratiques du points de vue du client, da la ligne BT, du terrain et de l'exploitation?
- 2) choisir les positions éventuelles de l'électrode principale de terre pour
Transformateur d'isolement
Transformateurs de distribution
Poser les questions suivantes :
Y a-t-il de la place pour une électrode de tranchée ?
Le sol est 'il assez meuble pour ouvrir une tranchée ?
Peut-on y accéder avec une foreuse pour réaliser une électrode verticale forée profonde ?
Est il bienséant d'installer des électrodes dans le village ?
 - 1) Confirmer les itinéraires de ligne éventuels.
 - 2) Effectuer des mesures de résistivité de sol aux emplacements envisageables pour les électrodes. Faire des mesures supplémentaires pour permettre des options de conception sans avoir à revenir sur le site.
 - 3) Remplir les exemplaires de formulaires types en annexe C
 - 4) Calculer les résistivités de sol et concevoir les électrodes principales en utilisant les tableaux ou le programme logiciel mentionnés en annexes EA et EB. Les PE qualifiés

pourront aussi utiliser le logiciel disponible. Choisir la meilleure option d'électrode verticale forée ou horizontale en tranchée.

En fonction des résultats obtenus, on pourra avoir à repositionner les électrodes pour obtenir un modèle optimum.

Si possible impliquer le Centre de Service Technique à cette visite particulière de site.

Les sections suivantes vous donnent plus de détails concernant les mesures de résistivité de sol et de la méthode de conception d'électrode.

E.4.4.1 MESURE DE LA RESISTIVITE DE TERRE

La résistance à la terre réelle d'une électrode est influencée par la résistivité du sol autour de celle-ci. Ainsi la longueur d'une électrode augmente avec une augmentation de la résistivité du sol. La mesure de la résistivité du sol joue donc un rôle central dans le processus général de mise à la terre.

La mesure de la résistivité du sol devra être faite en utilisant la méthode de Wenner, tout en respectant que les valeurs de l'espacement des mesures devront être conformes au tableau E.1.

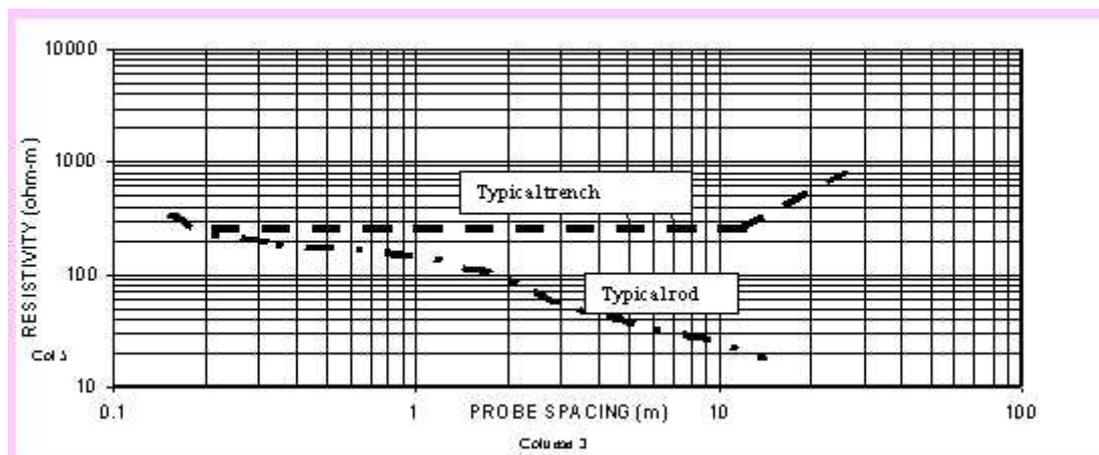
Tableau E.1 — Mesure de la résistivité du sol pour les projets SWER — Résultats de la mesure

Espacement des électrodes de mesure a (m) Colonne 1	Profondeur de la couche du sous-sol examinée D=0,8a Colonne 2	Relevé de l'appareil de mesure R [Ω] Colonne 3	Facteur géométrique K K = 2π _v Colonne 4	Résistivité [Ωm] ρ = RK Colonne 5
1	0,8		6,28	
2	1,6		12,57	
4	3,2		25,13	
8	6,4		50,26	
16	12,8		100,53	
32	16		201,06	
50	40		314,16	
100	80		628,32	

Figure E.1 — Graphique de résistivité apparente

Transférer les valeurs de la colonne 1 et de la colonne 5 sur le graphique ci-dessous. La forme de la courbe résultante indiquera si c'est une électrode de tranchée ou une électrode forée qui conviendra

du point de vue de la résistivité du sol. Le choix final du type d'électrode devra tenir compte des autres facteurs énumérés au E4.4



Notes :

« Probe Spacing » représente l'écart entre les électrodes de mesure
« Typical Trench » représente une situation où électrodes horizontales en caniveau semble le bon choix.

« Typical Rod » représente une situation où électrodes verticales (en puits forés ou creusés) semble le bon choix.

E.4.4.2 DETERMINATION DE LA TAILLE DE L'ÉLECTRODE

La taille de l'électrode de terre est déterminée par la résistivité du sol, le courant de charge, la tension de contact et la résistance maximale admissible de l'électrode pour satisfaire aux besoins de protection.

Des valeurs de résistance d'électrode de terre pour les tailles de transformateur les plus courantes sont données au tableau E.2. Les électrodes devront être conçues pour ces valeurs.

Tableau E.2 — Valeurs de résistance d'électrode de terre requises pour les électrodes SWER

Capacité de transformateur (kVA)	Courant nominal (A)	Courant max. de charge de conception * (A)	Electrode de tranchée: Tension inférieure à 54 V (Ω)	Electrode verticale forée : Tension inférieure à 100 V (Ω)
400	21,0	30,0	1,8	3,3
200	10,5	15,8	3,4	6,3
160	8,4	12,6	4,3	7,9
64	3,4	5,1	10,7	19,8
32	1,7	2,5	21,4	30,0
16	0,8	1,3	30,0	30,0

NOTES

* Courant de conception basé sur 50 % de surcharge du transformateur mais limitée par le réglage de protection à 30 A maximum.

La résistance maximum de l'électrode de terre admise est de 30Ω . La conception de sécurité du parafoudre neutre dépend de cette valeur de résistance

Chaque électrode devra représenter les résistivités du modèle à deux couches et la capacité KVA correspondante

La résistivité de sol est rarement homogène et ainsi différents critères pourront être utilisés pour déterminer la valeur de résistivité dans le calcul de la résistance de l'électrode. La méthode de calcul employée se base sur un modèle de sol à deux couches et elle utilise des résistivités moyennes de couches supérieures et profondes.

Les lecteurs qui souhaitent enrichir leurs connaissances trouveront la description de cette méthode de calcul décrite en annexe E.A.

Un logiciel pour calculer la taille de l'électrode a été développé par DT. Ce programme calcule les tailles de l'électrode de tranchée et de l'électrode forée profonde. Il prévoit la satisfaction des critères avec 1 ou plusieurs électrodes.

Le concepteur de l'électrode devra assurer une certaine redondance, c'est-à-dire prévoir la possibilité de la perte d'une électrode. Le programme informatique prévoit cela.

Le modèle de résistivité à deux-couches qui est utilisé dans le calcul de la taille de l'électrode requiert comme entrées des résistivités moyennes en ce qui concerne les couches supérieure et profonde.

La résistivité de la couche supérieure se définit comme la moyenne des résistivités pour des espacements de mesure 1m à 4m.

C'est à dire : Résistivité de la couche supérieure = $\rho(1m) + \rho(2m) + \rho(4m)$ divisé par 3

La résistivité de la couche profonde se définit comme la moyenne des résistivités pour des espacements de mesure 4m à 50m.

C'est à dire : Résistivité de la couche supérieure = $\rho(4m) + \rho(8m) + \rho(16m) + \rho(32m) + \rho(50m)$ divisé par 5

Le logiciel fait ce calcul automatiquement à partir des mesures de terrain enregistrées.

Ce programme a été utilisé pour formuler des tableaux de référence rapides et ceux-ci ont été inclus en annexe E.B.

POUR POUVOIR UTILISER LES TABLEAUX LES RESISTIVITES DES COUCHES SUPERIEURES ET INFERIEURES DOIVENT ETRE CALCULEES. LA CELLULE DU TABLEAU QUI CORRESPOND AUX RESISTIVITES CALCULEES POUR LA COUCHE SUPERIEURE ET INFERIEURE DONNE LA TAILLE ET LA FORME DE L'ELECTRODE EXIGEE. IL EST RECOMMANDE QUE L'INGENIEUR DE PROJET UTILISE CES TABLEAUX POUR EVALUER LA TAILLE DE L'ELECTRODE ET LE LOGICIEL POUR EXECUTER LES CONCEPTIONS FINALES.

Les électrodes profondes descendant jusqu'à 160m peuvent être forées par la plupart des entrepreneurs de forage.

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 67	SUR 214

On remarquera à partir des tableaux que la taille des électrodes forées profondes n'est pas affectée par la résistivité de la couche supérieure, tandis que la taille des électrodes de tranchée est affectée par la résistivité de la couche profonde. D'où l'utilisation du modèle deux couches.

E.4.4.3 *CONTRÔLE DE LA RESISTANCE D'UNE ELECTRODE DE TERRE*

L'électrode de terre installée devra être contrôlée pour s'assurer qu'elle répond aux critères nominaux.

Annexe E (Information)

E.1 Critères de choix de la résistivité pour le calcul

Electrodes de tranchée

Un modèle à deux couches est utilisé pour expliquer les critères de choix de la valeur la plus représentative de la résistivité de terre. Les valeurs de résistivité moyenne de la couche supérieure (1 m à 4 m) et profonde (4 m à 80 m) peuvent être très différentes et la méthode proposée ici tient compte de ces valeurs pour prendre une décision.

En général, l'augmentation de la résistivité de la couche profonde signifiera que l'électrode de tranchée doit également augmenter en taille. Cependant, la résistivité de la couche supérieure a également une influence sur la taille l'électrode.

Premièrement il y a une certaine longueur maximale, $L_{t(max)}$, de l'électrode de tranchée qui va fournir une mise à la terre sécuritaire dans les pires conditions de sol (estimées à 1200 Ωm). Pour toute résistivité de la couche supérieure $<$ à 1200 Ωm , la longueur nécessaire L de l'électrode sera moindre.

Si le rapport r , donné par la corrélation

$$r = L/L_{t(max)}$$

augmente en taille alors cela signifie que la résistivité de la couche profonde aura un plus grand effet dans la décision de la résistivité à utiliser. Réciproquement, une petite valeur r signifie que la résistivité de la couche supérieure aura une plus grande influence.

La formule qui affecte cette théorie est la suivante :

$$\rho = r \times \rho_1 + (1 - r) \times \rho_2$$

Où

ρ est la résistivité à utiliser.

ρ_1 est la résistivité de la couche supérieure.

ρ_2 est la résistivité de la couche profonde.

r est le rapport de longueur utilisée en relation avec la longueur pour les pires cas de résistivité.

La valeur de résistivité obtenue est alors substituée dans les équations suivantes pour les électrodes

$$\text{For a trench electrode : } R = \frac{\rho}{2\pi L} I_n \left(\frac{L^2}{1,85 h d} \right)$$
$$\text{For a rod electrode : } R = \frac{\rho}{2\pi L} I_n \left(\frac{4L}{1,36 d} \frac{2h+L}{1,36 d 4h+L} \right)$$

horizontales de Tanchée et verticales forées (piquet) :

Où

- h est la profondeur d'enfouissement.
- d est le diamètre de conducteur.
- ρ est la résistivité telle que calculée ci-dessus.
- L est la longueur à utiliser.
- R est la résistance exigée pour obtenir une électrode sécuritaire.

E.2 Tailles d'électrodes verticales forées en mètres pour différentes résistivités et charges raccordées

	KVA Transformateur d'isolement								KVA Transformateur client							
	50	100	200	400	16	32	48	64	96	128	240					
quantité d'électrodes	2	2	4	2	4	2	4	1	1	2	2	2	2	2	4	
Résistivité moyenne à un profondeur de 3,2m à 50m																
100	4	10	4	22	6	44	13	4	4	4	4	5	6	12	5	
200	10	22	9	46	14	95	28	9	9	9	9	10	13	27	12	
300	16	34	14	73	22	148	44	14	14	14	14	15	21	42	19	
400	22	47	19	101	30	148	61	20	20	20	20	21	29	58	26	
500	28	60	25	129	38	148	78	25	25	25	25	27	36	72	34	
600	34	73	30	157	47	148	95	31	31	31	31	33	45	90	42	
700	40	87	36	157	55	148	113	36	36	36	36	39	53	107	50	
800	47	101	42	157	64	148	131	42	42	42	42	45	62	125	57	
900	53	115	48	157	73	148	149	48	48	48	48	51	70	140	65	
1000	60	129	54	157	82	148	167	54	54	54	54	57	79	158	73	
1100	67	143	60	157	92	148	60	60	60	60	60	64	88	148	88	
1200	74	157	66	157	100	148	66	66	66	66	66	70	97	148	97	
1300	80	157	72	157	110	148	72	72	72	72	72	77	106	148	106	
1400	87	157	79	157	120	148	78	78	78	78	78	83	115	148	115	
1500	94	157	85	157	129	148	85	85	85	85	85	90	123	148	123	
1600	101	157	91	157	138	148	91	91	91	91	91	96	133	148	133	
1700	108	157	97	157	148	148	97	97	97	97	97	103	142	148	142	
1800	115	157	104	157	157	148	103	103	103	103	103	110	150	148	150	
1900	122	157	110	157	148	148	110	110	110	110	110	117	160	148	160	
2000	129	157	116	157	148	148	116	116	116	116	116	123	169	148	170	

Chercher un autre emplacement En dehors des profondeurs de forage standard. Utiliser plus d'électrodes ou un autre emplacement

La résistivité de surface n'affecte pas d'une façon significative la taille d'électrode et vous trouverez au dessus des résultats de programme basés sur la résistivité en profondeur et avec une résistivité de couche supérieure fixée à 100 Ωm

	A	B	C	D
Longueur Totale	3 x L	4 x L	8 x L	12 x L
L. Maximum Recommandée	20m	20m	20m	20m
Espace exigé	40 x 20m	40 x 20m	20 x 20m	40 x 40m

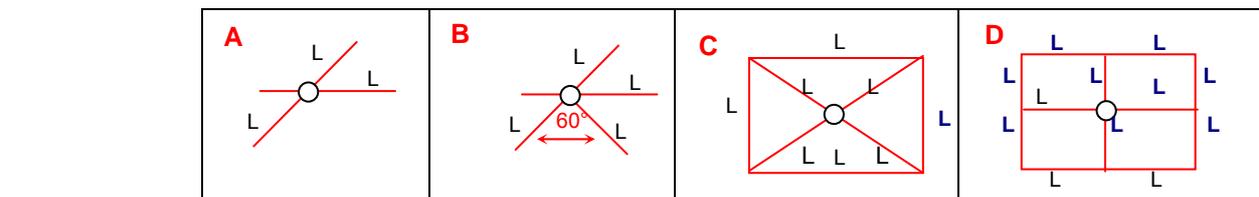
Formes et longueurs des électrodes de tranchée pour transformateurs d'isolement

Fondé sur un GPR 32 V, soit aucune atténuation n'a été permise. Pour les concepts avec un GPR de 54 V utiliser le logiciel

		Résistivité des couches supérieures (moyennes de relevés à 1m, 2m et 4 m)					
		longueur m & forme ()	longueur m & forme ()	longueur m & forme ()	longueur m & forme ()	longueur m & forme ()	longueur m & forme ()
Résistivité profonde (moyennes des relevés à 4m, de 8m, de 16m, de 32m, de 50m)		100	300	600	900	1200	1500
50kVA 2 Electrodes	100	7 (A)	18 (A)	11 (C)	14 (C)	16 (C)	17 (C)
	300	7 (A)	19 (A)	12 (C)	14 (C)	16 (C)	17 (C)
	600	7 (A)	19 (A)	12 (C)	14 (C)	16 (C)	18 (C)
	900	7 (A)	20 (A)	12 (C)	15 (C)	17 (C)	18 (C)
	1200	7 (A)	20 (A)	12 (C)	15 (C)	17 (C)	18 (C)
	1500	8 (A)	16 (B)	13 (C)	15 (C)	17 (C)	18 (C)
100kVA 100 2 Electrodes	100	15 (A)	16 (C)	16 (D)	20 (D)		
	300	16 (A)	16 (C)	17 (D)	20 (D)		
	600	17 (A)	17 (C)	17 (D)			
	900	18 (A)	18 (C)	18 (D)			
	1200	19 (A)	19 (C)	19 (D)			
	1500	15 (B)	20 (C)	20 (D)			
200kVA 100 2 Electrodes	100	13 (C)					
	300	14 (C)					
	600	17 (C)					
	900	20 (C)					
	1200	17 (D)					
	1500						
400kVA 100 2 Electrodes	100	18 (D)					
	300						

dénote que le modèle d'électrode de tranchée dépasse la longueur totale maximum de 240m et qu'on devra utiliser une électrode verticale forcée ou un autre emplacement

1. Là où il n'y a aucun hauban, aucune clôture ou aucun logement à moins de 10 m de l'électrode le modèle GPR 54 V peut être utilisé
2. Distance aux clôtures = L/2 et 2m (min).
3. Distance jusqu'à l'électrode BT = L/2 ou 5m (min)
4. Profondeur de l'électrode = 1m.



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:

REFERENCE

REV

RÉSEAU MT:

SWER-BF 01

1

RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
TERRE (SWER) DE 19,1kV

PAGE

72

SUR

214

Longueur totale	3 x L	4 x L	8 x L	12 x L
L. max recommandée	20m	20m	20m	20m
Espace exigé	40 x 20m	40 x 20m	20 x 20m	40 x 40m

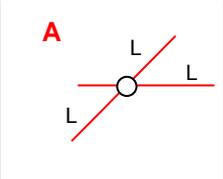
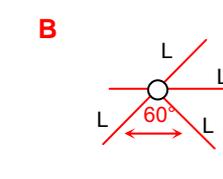
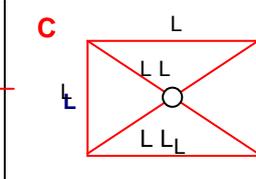
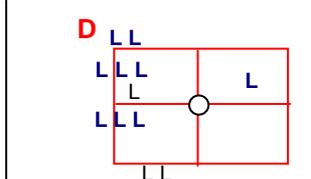
Longueurs et formes d'électrode de tranchée pour transformateurs de distribution isolés 16kVA et 32kVA

Fondé sur un GPR 32 V soit aucune atténuation n'a été permise. Pour les concepts avec un GPR 54V utiliser le logiciel

		Résistivité des couches supérieures (moyennes des relevés à 1m, 2m et 4 m)					
		Longueur (L) m & forme ()	longueur (L) m & forme ()	longueur (L) m & forme ()	longueur (L) m & forme ()	longueur (L) m & forme ()	longueur (L) m & forme ()
Résistivité profonde (moyennes des relevés à 8m, 16m, 32m, 50m)		100	300	600	900	1200	1500
16 kVA	100	3 (A)	6 (A)	14 (A)	16 (B)	11 (C)	14 (C)
1 Electrode	300	3 (A)	6 (A)	14 (A)	16 (B)	11 (C)	14 (C)
	600	3 (A)	6 (A)	14 (A)	16 (B)	11 (C)	14 (C)
	1500	3 (A)	6 (A)	14 (A)	16 (B)	11 (C)	14 (C)
32kVA	100	4 (A)	12 (A)	19 (A)	17 (B)	11 (C)	14 (C)
1 Electrode	300	4 (A)	12 (A)	19 (A)	17 (B)	11 (C)	14 (C)
	600	4 (A)	12 (A)	19 (A)	17 (B)	11 (C)	14 (C)
	1500	4 (A)	12 (A)	19 (A)	17 (B)	11 (C)	14 (C)

On remarquera que la résistivité profonde n'a pas aucun effet significatif sur la taille de l'électrode pour les petits transformateurs par conséquent les tailles d'électrode sont les mêmes pour la gamme des résistivités profonde indiquées au tableau

1. On peut utiliser un concept GPR 54V là où il n'y a aucun hauban, aucune clôture ou aucun logement à moins de 10m de l'électrode
2. Distance jusqu'aux clôtures = L/2 et 2m (min).
3. Distance jusqu'à l'électrode BT = L/2 ou 5m (min)
4. Profondeur de l'électrode = 1m.

				
Longueur totale	3 x L	4 x L	8 x L	12 x L
L. max recommandée	20m	20m	20m	20m
Espace exigé	40 x 20m	40 x 20m	20 x 20m	40 x 40m

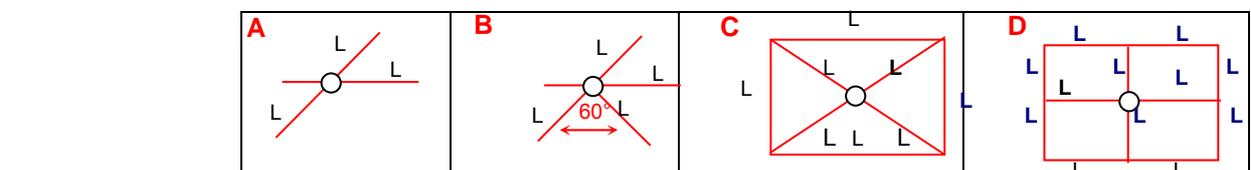
Formes et longueurs des électrodes de tranchée pour des ensembles de 48 kVA à 240 kVA de transformateurs de distribution

Fondé sur un GPR 32V, soit aucune atténuation n'a été permise. Pour des concepts de GPR 54 V utiliser le logiciel

		Résistivité des couches supérieures (moyennes des relevés à 1m, 2m et 4 m)					
		longueur (L) m & forme ()	longueur (L) m & forme ()	longueur (L) m & forme ()	longueur (L) m & forme ()	longueur (L) m & forme ()	longueur (L) m & forme ()
Résistivité profonde (moyennes des relevés à 4m, 8m, 16m, 32m, 50 m)		100	300	600	900	1200	1500
48 kVA 2 Electrodes	100	3 (A)	8 (A)	13 (A)	16 (B)	11 (C)	14 (C)
	300	3 (A)	8 (A)	13 (A)	16 (B)	11 (C)	14 (C)
	600	3 (A)	8 (A)	13 (A)	16 (B)	11 (C)	14 (C)
	1500	3 (A)	8 (A)	13 (A)	16 (B)	11 (C)	14 (C)
64 kVA 2 Electrodes	100	4 (A)	12 (A)	19 (A)	17 (B)	11 (C)	14 (C)
	300	4 (A)	12 (A)	19 (A)	17 (B)	11 (C)	14 (C)
	600	4 (A)	12 (A)	19 (A)	17 (B)	11 (C)	14 (C)
	1500	4 (A)	12 (A)	19 (A)	17 (B)	11 (C)	14 (C)
96 kVA 2 Electrodes	100	7 (A)	20 (A)	11 (C)	14 (C)	16 (C)	17 (C)
	300	7 (A)	20 (A)	11 (C)	14 (C)	16 (C)	17 (C)
	600	7 (A)	20 (A)	11 (C)	14 (C)	16 (C)	17 (C)
	1500	7 (A)	20 (A)	11 (C)	14 (C)	16 (C)	17 (C)
128 kVA 2 Electrodes	100	11 (A)	10 (C)	15 (C)	18 (C)	14 (D)	15 (D)
	300	11 (A)	10 (C)	15 (C)	18 (C)	14 (D)	15 (D)
	600	11 (A)	11 (C)	17 (C)	20 (C)	15 (D)	16 (D)
	1500	11 (A)	11 (C)	17 (C)	20 (C)	15 (D)	16 (D)
240 kVA 2 Electrodes	100	20 (A)	19 (C)	20 (D)			
	300	20 (A)	20 (C)	20 (D)			
	600	16 (B)	14 (D)				
	1500	11 (C)	18 (D)				

dénote que le concept d'électrode de fond de fouille dépasse la longueur totale maximum de 240m et qu'il faudra utiliser une électrode verticale forcée ou length and a rod electrode should be used or another position is needed for the electrode

1. Un concept GPR de 54V peut être utilisé là où il n'y a aucun hauban, aucune clôture ou aucun logement à moins de 10m de l'électrode GPR design can be used
2. Distance jusqu'aux barrières = L/2 et 2m (min).
3. Distance jusqu'à l'électrode BT = L/2 ou 5m (min)
4. Profondeur de l'électrode = 1m



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:

REFERENCE

REV

RÉSEAU MT:

SWER-BF 01

1

RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
TERRE (SWER) DE 19,1kV

PAGE

75

SUR

214

Longueur totale	3 x L	4 x L	8 x L	12 x L
L. recommandée max	20m	20m	20m	20m
Espace exigé	40 x 20m	40 x 20m	20 x 20m	40 x 40m

Annexe E

Panneaux d'avertissement (en langues locales) sur structures mises à la terre (poteaux – portiques)



Marquage type signalant un Danger

FRANÇAIS	Danger Haute Tension N'approchez pas des poteaux et de l'équipement
SEPEDE	Mollo o mogolo wa kotse Se batamele dikota le ditlabakelo
XHOSA	Lumkela ingozi yombane Ungamesure li kwilipalinezixhobo zombane
SETSWANA	Molelo o mogolo wa kotsi O se ke wa atamela dikota le ditlamelo
SESOTHO	Mollo o moholo o kotsi O se ke wa atamela ho dipalo le disebediswa
ZULU	Ingozi ugesi onamandla Ugamesure li eduze kwezigxobo nezakhiwo zikagesi

Les plaques signalant un danger doivent être fabriquées en se basant sur le texte suggéré ci-dessus.
La langue traditionnelle devra être choisie en accord avec la zone de construction.

ANNEXE F

(Information)

Les informations de la présente annexe ne pourront pas automatiquement être transférées au conditions burkinabè.

L'annexe est gardé afin de montrer aux lecteurs du présent standard des considérations pour un projet d'électrification en Afrique du Sud, qui pourraient dans une certaine mesure être pertinentes au Burkina Faso également.

Intégration du Marketing et des ventes

La présente annexe contient les informations suivantes :

- a) comment marier la technologie à l'objectif actuel ;
- b) les avantages clients ;
- c) quel type d'énergie électrique peut être desservie par la technologie c'est-à-dire monophasé, biphasées, triphasées; limites kVA, et
- d) des exemples d'utilisation

Adaptation des technologies MT et des solutions d'alimentation

Un système monophasé avec retour par la terre a comme toute autre technologie ses limites. Les facteurs les plus importants qui demandent à être mentionnés sont les suivants :

- a) Les réseaux 33 kV auxquels SWER peut être directement raccordé doivent être alimentés par un poste source ayant le neutre relié à la terre (NEC) et équipé d'un relais de détection d'arc. Par exemple le modèle Kokstad/Mzintlava et Matatiele/Mt. Fletcher.
- b) L'électrode de terre transporte un courant continu et est précisément conçu pour cette utilisation.
- c) Il n'y a aucune protection SEF. La protection consiste à protéger contre le défaut de terre par surintensité pour les transformateurs d'isolement et à détecter la surintensité et l'arc sur le SWER raccordé directement.
- d) L'alimentation BT est identique à celle des alimentations MT conventionnelles. Les alimentations BT triphasées sont disponibles en utilisant simplement la technologie de conversion (onduleurs) disponible sur le marché actuellement. Des moteurs monophasés et biphasés ont été développés et présentés dans un exposé séparé.
- e) Le courant de charge de SWER sur un réseau spécifique ne doit pas excéder 25 A en raison de l'effet que cette intensité de charge a sur les réseaux de télécommunications avoisinants

Cependant SWER peut être utilisé pour la plupart des situations d'alimentation qui ont des charges <500kVA et qui sont distantes de plus que quelques kilomètres. Ces situations comprennent :

- Électrification de villages
- Charge ponctuelle en milieu rural, par exemple Fermes isolées
- Lieux de villégiature
- Pompes et irrigation pivotante

Les moteurs monophasés sont importants dans l'utilisation SWER en particulier en ce qui concerne les charges de pompage types. Par le passé les distributeurs de pompe n'offraient pas de moteur de pompe monophasé pour les pompes qui demandaient plus de 4 kW de puissance car les couples de démarrage des moteurs monophasés n'étaient pas suffisants. Ceci a changé et les distributeurs, par exemple Alstom, proposent à présent des moteurs monophasés ayant des couples de démarrage équivalents à leurs semblables triphasés. La gamme de moteurs monophasés s'étend jusqu'à 37 kW.

Certains avantages à utiliser SWER ont été décrits dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 1 : Poteaux /Km

Exemple : Ligne en terrain plat et poteaux de 11M

Conducteur	TECHNOLOGIE (PORTÉES)		
	3φ	φ-à φ	SWER
ACSR Normal (Squirrel)	150M	170M	190M
ACSR Acier haute résistance (Magpie)	180M	205M	240M

Table 2 : Poteaux pour une ligne longue de 6km

Conducteur	TECHNOLOGIE (Poteaux par 6km)		
	3φ	φ-à φ	SWER
ACSR Normal (Squirrel)	42	37	33
ACSR Acier haute résistance (Magpie)	35	31	27

NOTE : Une limitation est la distance de sécurité au sol des conducteurs et le nombre de poteaux proposé vise à illustrer la différence de technologies. Ce n'est pas absolu.

Sur un terrain accidenté, la technologie SWER devient bien plus avantageuse que les technologies triphasées et biphasées car la limitation de portée électrique ne s'applique pas. Des longueurs moyennes de portée > 350m peuvent être envisagées sur supports simples. Les portées vents sont également beaucoup plus grandes puisqu'il n'y a qu'un seul conducteur.

Table 3 : HARDWARE, EQUIPEMENT ET ISOLATEURS DE LIGNE

Type de Structure	3φ	φ-φ	SWER
-------------------	----	-----	------

Isolateurs Intermédiaires & H/W	3	2	1
Isolateurs d'angle & H/W	6	4	2
Isolateurs d'ancrage & H/W	3	2	1
Parafoudre de Transformateurs	3	2	1
Réenclencheur	3 φ	3 φ	1 φ
Liaisons	3	2	1

Tableau 4 : COÛTS

Ces coûts sont mieux illustrés en utilisant les coûts effectifs de projet comme au tableau ci-dessous :

Projet	Coût de Ligne		Coût/Client	
	Conventionnel	SWER	Conventionnel	SWER
Mafefe	-		R3000+	R2089
Gemini	-		R3000+	R2427
Fertilis	-		R3000+	R1851
Ligne principale Gemini à Fertilis	R26815	R13950	-	-
Antioche	Approx. R23400/km	R12000/km	R2787	R2605
Sabi	FOX (Renard) R35000/km	R14150/km	-	-
	Magpie R32000/km	R11900/km		

SABI: ligne de 43km, 13 clients pour environ R1M (R77000/client) ce chiffre représente le coût tout compris, c'est-à-dire qu'il couvre l'ingénierie, les équipements, la main d'oeuvre, les frais généraux, etc.

Les coûts approximatifs des postes de transformateur d'isolement suivants sont communiqués pour information. Ils sont inclus dans les coûts de projet ci-dessus. Les coûts de transformateur d'isolement seront décomptés des coûts de la ligne SWER pour une comparaison du système SWER au système MT φ à φ.

Description	Coût
installation de transformateur d'isolement (réenclencheur) 200 kVA	R 61000
installation de transformateur d'isolement (réenclencheur) 400 kVA	R 66000
installation de transformateur d'isolement (fusible) 16 KVA	R 17000

Les facteurs les plus importants à retenir dans ces tableaux se présentent comme suit :

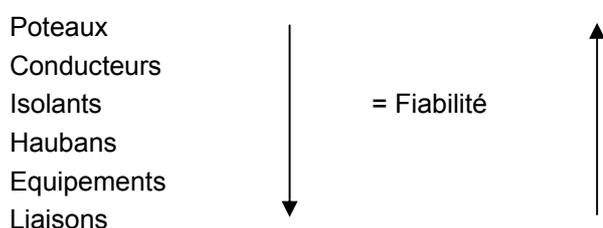
- SWER permet des portées beaucoup plus grandes que le système MT biphasé, réalisant une réduction significative du nombre de poteaux au fur et à mesure que le réseau SWER se

développe dans le temps c'est-à-dire que lorsque l'on choisit le SWER comme technologie de réseau il va continuer à générer des économies pendant sa durée de vie.

- b) SWER emploie moins de conducteurs, il n'a qu'un seul conducteur par poteau et il utilise moins d'équipement de ligne et de dispositifs de commutation que le système MT biphasé, ce qui lui confère une meilleure performance en terme de fiabilité.

Tableau 6 : FIABILITE

Les raisons pour lesquelles le système SWER a une meilleure performance en terme de fiabilité propre que les technologies de ligne MT ont été démontrées ci-dessous.



Par exemple Antioche a été mis sous tension pendant 18 mois et :

1. Pas un seul défaut MT permanent jusqu'ici
2. Défaillance du réenclencheur
3. 2 fusibles grillés en raison d'une erreur de conception.
4. De nombreuses défaillances sur le système conventionnel ont eu pour conséquence des plaintes client.

Tableau 7 : Longueurs de ligne SWER

Le tableau 7 indique la distance jusqu'à laquelle SWER peut être étendue pour des charges ponctuelles ou des charges distribuées pour différentes sections de conducteur. A partir de ce tableau on peut voir que SWER peut desservir la plupart des alimentations en milieu rural.

Conducteur	Charge ponctuelle (cas minimum)		Charge distribuée (cas type)	
	5% de chute de tension	10% de chute de tension	5% de chute de tension	10% de chute de tension
Fox	41 km	82 km	82 km	164 km
Squirrel	27 km	53 km	53 km	107 km
Magpie	14 km	28 km	28 km	56 km
Bantam	8 km	15 km	15 km	31 km

Hypothèse : Longueurs de ligne sur la base d'une charge de 25A à 19,1kV.

Pour décider si SWER est une technologie adaptée au client, la cotation pour une ligne SWER devra être comparée à une ligne MT biphasé et ensuite à une ligne MT triphasée. La ligne SWER doit être assez longue pour amortir le coût d'un transformateur d'isolement et l'investissement supplémentaire que le client aurait à payer pour les solutions monophasées telles que les moteurs de pompage.

Avantages client

Le client bénéficie de deux manières :

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 81	SUR 214

- a) économies sur les coûts d'alimentation
- b) meilleure fiabilité offerte par une ligne SWER

Eskom y gagne en raison du faible nombre de poteaux et de la faible quantité d'équipements employés et la ligne SWER est beaucoup plus esthétique qu'une ligne triphasée.

Solutions d'alimentation monophasées

Une alimentation BT peut être fournie directement au client en monophasés (230 V) ou en biphasé (deux phases de 230 V ou une phase de 460 V pour les moteurs) à partir un transformateur monophasé client 32KVA ou 16KVA. Une alimentation biphasée 32KVA peut être augmentée à 64kVA et 96kVA en ajoutant des transformateurs.

UNE PUISSANCE TRIPHASEE PEUT ÊTRE MISE OBTENUE PAR DES CONVERTISSEURS STATIQUES ET ROTATIFS DISPONIBLES SUR LE MARCHÉ. CES DISPOSITIFS DEVRONT ÊTRE ACHETES PAR LE CLIENT ET FINANCES PAR LES ECONOMIES REALISEES SUR LES COÛTS DE LA LIGNE CLIENT. ESKOM PEUT APPORTER SON APPUI TECHNIQUE AU CLIENT.

Exemple d'utilisation

Un exemple qui mérite d'être cité ici porte sur des alimentations de cliniques en milieu rural. Le client a fait une demande d'alimentations triphasées 50 KVA standard. Le DT l'a approché pour vérifier si une alimentation triphasée était vraiment nécessaire pour ces cliniques. La seule utilisation éventuelle de cette alimentation était destinée à des besoins de pompage. Il en est ressorti de la consultation avec les distributeurs de pompes que les besoins de pompage pouvaient être satisfaits en utilisant des moteurs de pompage monophasés. Cela a permis à Eskom d'établir un devis pour l'alimentation des cliniques avec des technologies monophasées telles que le système MT biphasé et SWER. En conséquence 25 cliniques supplémentaires ont pu être raccordées sur l'économie réalisée avec le même budget disponible chez le client.

Il y a plusieurs autres exemples d'utilisation, dont trois ont été cités ci-dessous :

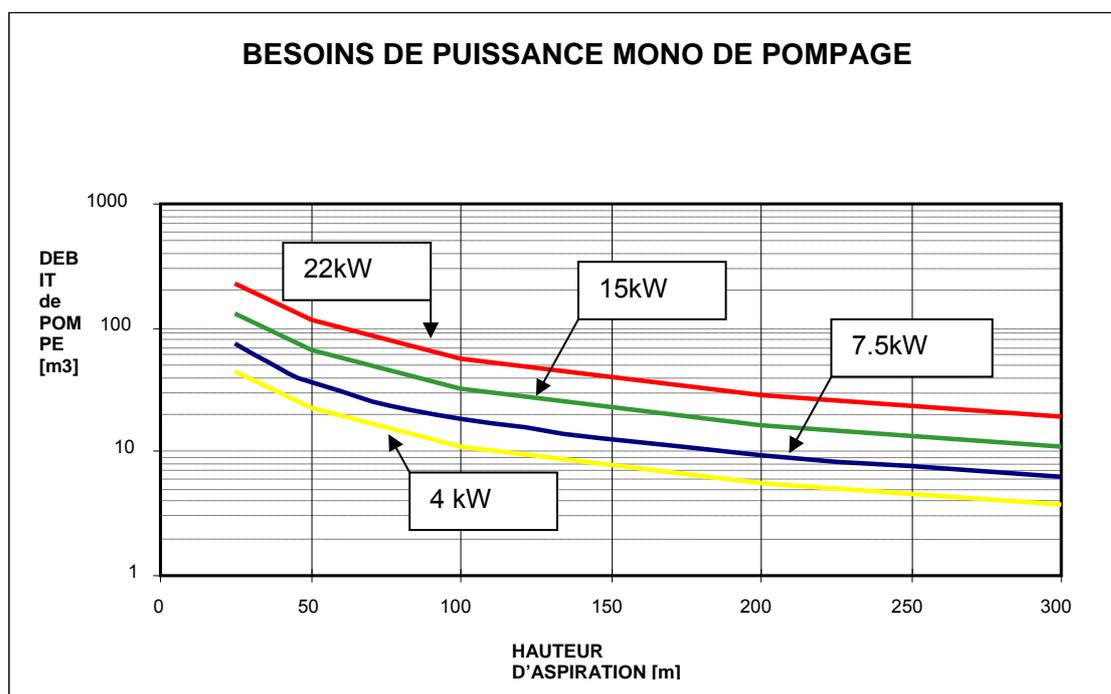
- a) Electrification Antioche à KZN (Région Est)
(720 clients @ R2650/client)
- b) Sabi Sands Resorts, Mpumalanga (Région Nord-est)
(13 clients, 41Km de ligne@ R77000/client)
- c) Irrigation Pivotante Kimberley (Région nord ouest)
(SWER alimente un moteur monophasé 22kV, qui entraîne un alternateur 3φ pour alimenter les unités d'irrigation pivotante). Cette solution d'alimentation est très innovatrice.

Note : les moteurs 1φ sont des moteurs disponibles jusqu'à 22kW et le tableau suivant (tableau 8) vous montre les prix approximatifs des moteurs monophasés et des triphasés. Le tableau vous montre également la quantité de ligne SWER ou de ligne biphasé qui correspond au différentiel de prix. Par exemple l'installation d'un moteur monophasé 22kW est payé si 230m de SWER est installée au lieu d'une ligne triphasée.

Tableau 8 – Coûts de moteurs triphasés contre coûts de moteurs monophasés

VALEUR NOMINALE DE MOTEUR	MONOPHASE Plus dispositif de	TRIPHASE Plus dispositif de	LONGUEUR DE LIGNE
---------------------------	------------------------------	-----------------------------	-------------------

	démarrage	démarrage	EQUIVALENTE Ph-ph / SWER
4 kW	R 5 130	R 2 138	150m / 85m
7.5 kW	R 6 515	R 3 346	160m / 90m
12.5 kW	R 10 918	R 6 510	220m / 125m
22 kW	R 19 004	R 11 041	400m / 230m



Graphique 1 : Capacité de pompage d'un moteur monophasé

Le tableau ci-dessus vous décrit le débit d'eau qui peut être pompé par un moteur monophasé commandant une monopompe à différentes hauteurs d'aspiration. Par exemple une pompe commandée par un moteur 4 kW ayant une hauteur de 100m peut pomper 10 m³/h. Le message ici est que les moteurs monophasés conviendront à la plupart des utilisations de pompage en milieu rural.

Les moteurs monophasés ont été conçus pour des utilisations de couple élevé. Un démarreur motorand monophasé 22kW standard est capable de démarrer un broyeur à marteaux. La photo 8 décrit cette utilisation

Satisfaire un client par SWER

De nombreux clients pensent qu'Eskom ne distribue que des triphasés s'ils demandent des puissances supérieures à 16 KVA. Cela n'est plus le cas et des puissances allant jusqu'à 96kVA peuvent être fournies ponctuellement par une ligne MT SWER ou biphasée.

la principale chose à établir est de savoir si le client a réellement besoin d'une triphasée et ensuite de fournir au client plusieurs options d'alimentation pour satisfaire ses besoins. Cet exercice ne devra pas

être considéré comme terminé avant que le conseiller des ventes n'ait discuté des options techniques disponibles avec le bureau d'études et de la planification des ressources au bureau local de zone. Ce personnel technique connaît le plan général des réseaux de la zone et seront en mesure de communiquer au conseiller des ventes les informations nécessaires pour guider le client vers une option mutuellement profitable à Eskom et au client.

Le client peut ne pas savoir que de grands moteurs monophasés sont disponibles ou qu'un convertisseur électronique peut être utilisé pour convertir un système BT monophasé en système BT triphasé. Les surcoûts de moteurs et des convertisseurs monophasés à la charge du client sont minimes par rapport aux économies que ce client réalisera en utilisant des lignes MT biphasées ou SWER.

L'exemple suivant en a fait la démonstration :

Actuellement les lignes sont quotées aux prix standard suivants :

Triphasé	R53 000
Biphasé	R35 775
SWER	R22 359

Il est donc possible d'économiser R17 225 au kilomètre avec une ligne biphasée et R30 641 au kilomètre avec une ligne SWER en comparaison avec une ligne triphasée.

Par conséquent pour une ligne de réseau de 10 kilomètres destinée à approvisionner un moteur de pompage 22 kW et des besoins triphasés 25 KVA les options pourraient ressembler à celles-ci :

	Triphasé	Biphasé	SWER
Coût de la Ligne MT	R530000	R357750	R223359
Coût du transformateur d'isolement + réenclencheur	R0	R0	R42000
Coût du transformateur Client	R12000	R12000	R25000
Surcoûts des moteurs monophasés	R0	R8000	R8000
Total	R542000	R377750	R298359
Economies par rapport au Triphasé	R0	R164250	R243641

Il est évident que les systèmes MT monophasés et SWER valent réellement le coût pour le client. À côté des bénéfices du client, ESKOM en tire profit grâce à la réduction du nombre de poteaux et du nombre d'équipement.

Il est à remarquer que les économies réalisées par 2 km de ligne SWER sont suffisantes pour payer le coût d'un transformateur d'isolement de 50kVA avec une protection par fusible. Par conséquent une méthode empirique pourrait consister à n'utiliser que du SWER si la longueur de ligne finale est supérieure à 2 km.

Coûts courants (typiques)

	Triphasé	Biphasé	SWER
Ligne de 1 km	R53 000	R 35 579	R22 539
transformateur d'isolement 50 KVA + réenclencheur	R0	R0	R42 000

transformateur d'isolement 100KVA + réenclencheur	R0	R0	R46 000
transformateur d'isolement 200KVA + réenclencheur	R0	R0	R61 000
transformateur d'isolement 400KVA + réenclencheur	R0	R0	R66 000
transformateur d'isolement 50KVA + fusible	R0	R0	R17 000
transformateur d'isolement 100KVA + fusible	R0	R0	R21 000
transformateur d'isolement 200KVA + fusible	R0	R0	R36 000
transformateur d'isolement 400KVA + fusible	R0	R0	R41 000
Moteur 4kW plus dispositif de démarrage	R2 138	R5 130	R5 130
Moteur 7,5kW plus dispositif de démarrage	R3 346	R6 515	R6 515
Moteur 15kW plus dispositif de démarrage	R6 510	R10 918	R10 918
Moteur 22kW plus dispositif de démarrage	R11 041	R19 004	R19 004
Convertisseur électronique monophasé 25KVA à triphasé	R0	R15 000	R15 000

Longueur de ligne rendant le SWER plus rentable qu'un système MT biphasé

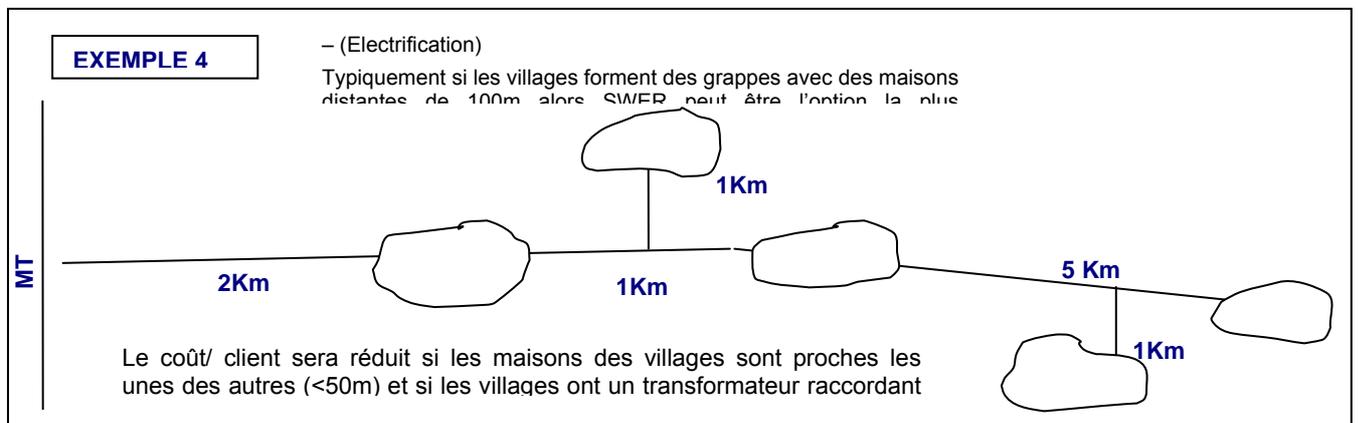
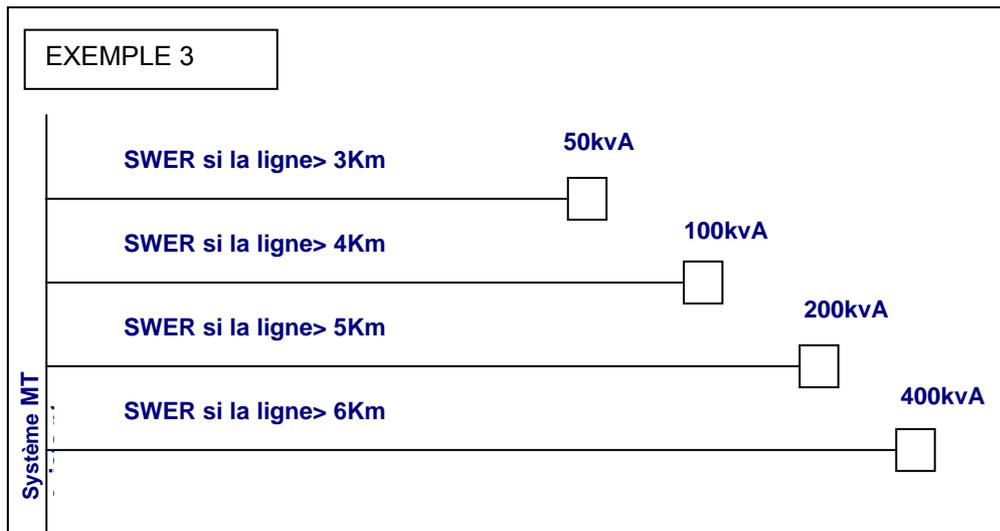
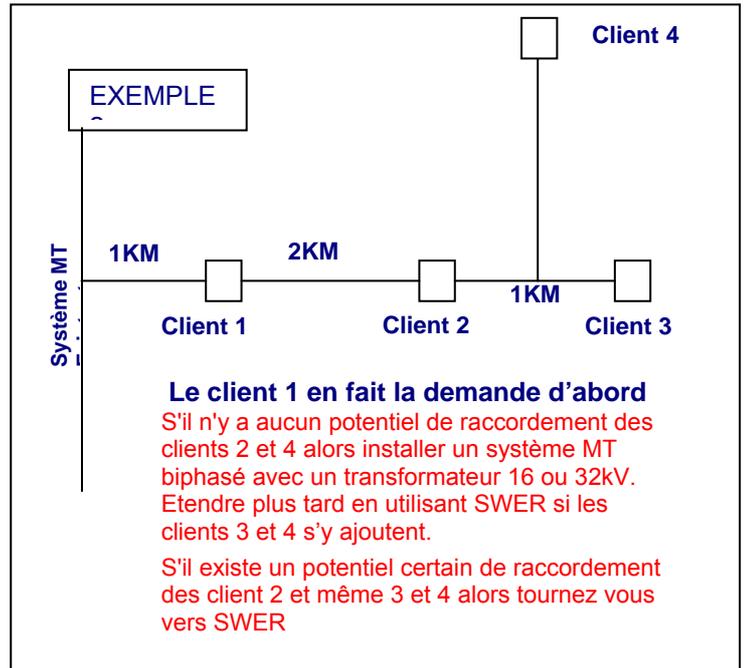
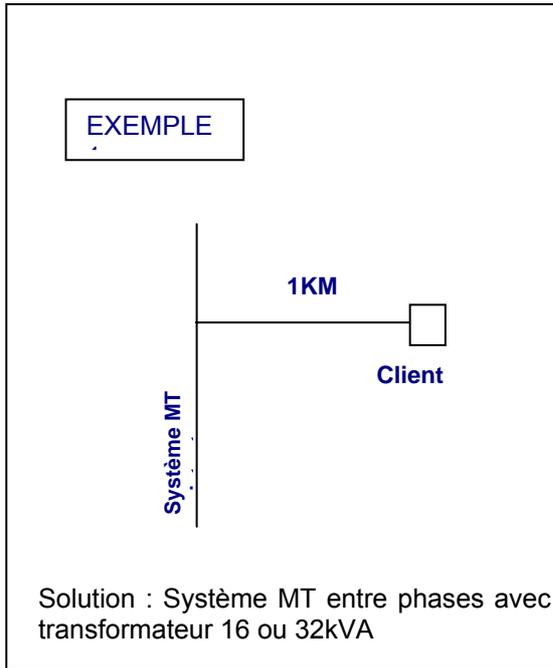
Type de transformateur d'isolement SWER + protection	Coût type	Longueur de Ligne SWER
transformateur d'isolement 50KVA + réenclencheur	R42 000	4km
transformateur d'isolement 100KVA + réenclencheur	R46 000	4km
transformateur d'isolement 200KVA + réenclencheur	R61 000	5km
transformateur d'isolement 400KVA + réenclencheur	R66 000	6km
transformateur d'isolement 50KVA + fusible	R17 000	2km
transformateur d'isolement 100KVA + fusible	R21 000	2km
transformateur d'isolement 200KVA + fusible	R36 000	3km
transformateur d'isolement 400KVA + fusible	R41 000	4km

Informations d'appel en cas de besoin

Personne à contacter	Téléphone	E mail
Service Technique Générale : Ian Ferguson	031 710 5367	iaferguson@eskom.co.za
Service Technique Générale : Hendri Geldenhys	011 871 2149	geldenhuys.hendri@eskom.co.za
Service Technique des Moteurs Monophasés : Dayalin Padayachee	011 629 5323	padayad@eskom.co.za
Service Ventes Moteurs Monophasés : Alsthom, Danie Steenkamp	011 899 1111	djs@netactive.co.za
Convertisseurs électroniques : Univ	021 808 2290	Jbeukes@ing.sun.ac

de Stellenbosch, Johan Beukes	082 5627627	
Pompes Howden	031 700 4160	
Monopompes	011 434 5128	

Les exemples suivants démontrent en termes généraux là où le SWER peut représenter la meilleure option technique. Le SWER doit être la meilleure option technique. Il faut remarquer cependant que chaque circonstance doit être traitée au cas par cas. Le conseiller des ventes et les ingénieurs de la planification/ projet doivent travailler ensemble pour décider de la solution la plus adéquate. Il existe des outils pour vous aider au choix de technologie.



Le tableau suivant décrit les tarifs des options d'alimentation pour lesquelles des systèmes d'alimentation SWER ou biphasés standard sont disponibles (à la date de juillet 99)

Alimentation (kVA)	Trafo (kVA)	PH	MCB (A)	Type de Compteur		Tarifs applicables	
				KWh/ prépayé	Programmable	SPU	LPU
16	16	1	10	√	—	Tarif national Dx	—
16	16	1	80	√	—	Tarif national 4 ou 1	—
32	32	2	80	√	—	Tarif national 1	Tarif Standard Ruraflex Nocturne
64	2 x 32	2	160	√	—	Tarif national 2	
96**	3 x 32	2	225	√	—	Tarif national 3	
25	25	3	40	√	√	Tarif national 1 or 4	Tarif Standard Ruraflex Nocturne
50	50	3	80	√	√	Tarif national 2	
100	100	3	160	√	√	Tarif national 3	
100	100	3	160	—	√	—	Tarif Standard Ruraflex Nocturne Miniflex
150	200	3	225	—	√		
200	200	3	300	—	√		
315	315	3	450	—	√		
400	500	3	600	—	√		
500*	500	3	800	—	√		

Notes :

1. Les tarifs Homelight Eclairage n'ont pas été inclus parce qu'ils font partie de la Norme de Branchements Electriques c'est à dire : - Section 1, Partie 8 Normes de Distribution.
2. Des compteurs programmables sont utilisés pour les tarifs LPU.
3. Les compteurs prépayés sont disponibles jusqu'à une puissance d'alimentations triphasées de 50 kVA, 50 kVA inclus.
4. les tailles de transformateur qui ne figurent pas au tableau des tailles d'alimentation standard ne

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 88	SUR 214

seront pas proposées aux clients.

En Conclusion

Les facteurs importants de la conception SWER

- la conception de l'électrode de terre doit être spécifique au projet. Ce n'est pas difficile mais il faut le faire. L'installation doit être faite correctement et la résistance nominale doit être atteinte.
- La communauté doit être sensibilisée au danger lié à la manipulation des composantes MT.
- La proximité des lignes télécommunication (Telekom) doit être prise en compte et une approbation doit être obtenue pour la ligne SWER.

SWER comme option d'alimentation

SWER peut être utilisé pour la plupart des options d'alimentation ayant des charges <500kVA et distantes de quelques kilomètres. Ces options comprennent :

- Electrification de Villages
- Charges ponctuelles en milieu rural par exemple :
 - Fermes isolées
 - Lieux de villégiature
 - Pompes et irrigation pivotante
- Alimentations TELECOM
- Cliniques et écoles

ANNEXE G

Etapas de la conception des projets SWER sous forme de liste de contrôle

Activité	Personne ressource	Achèvement
1	Choisir les zones probables des transformateurs en utilisant la cartographie disponible	Ingénieur de projet (PE)
2	Choisir l'itinéraire de la ligne SWER et l'itinéraire de la ligne d'alimentation SWER	PE
3	Choisir le meilleur emplacement pour le transformateur d'isolement en tenant compte de : 5) L'exploitation du réseau SWER 6) La minimisation du nombre de dérivations biphasées MT à partir du réseau MT existant que vous voulez réaliser	PE
4	Visiter le site pour préparer la conception de détail : 1) Confirmer les emplacements de transformateur Sont-ils pratiques du point de vue du client, de la ligne BT, du terrain et de l'exploitation ? Choisir les emplacements éventuels des électrodes principales de terre pour : Le Transformateur d'isolement Les Transformateurs de distribution Poser les questions suivantes : Y a-t-il assez de place pour une électrode de tranchée? Le sol est-il assez meuble pour creuser une tranchée? Un équipement de forage peut-il y accéder au site dans le cas d'électrode verticale forée profonde? Est-il bienséant de disposer des électrodes dans le village ? 7) Confirmer les itinéraires possibles de la ligne. 8) Faire des mesures de résistivité de sol aux emplacements envisagés des électrodes. Faire quelques mesures supplémentaires pour permettre des options de conception détaillée sans avoir à retourner sur le site. 9) Remplir les formulaires types en annexe C Si possible impliquer le Centre de Services Techniques à cette visite.	PE/Géomètre/SDO
5	Calculer les résistivités de sol et concevoir les électrodes principales en utilisant les tableaux en annexe E. Les Ingénieurs de Projet PE qualifiés peuvent également employer le logiciel disponible. Choisir la meilleure option d'électrode (tranchée ou forée).	PE
6	Faire la première conception détaillée préliminaire. Accorder une attention particulière à l'emplacement du transformateur d'isolement et à l'utilisation des câbles de terre sous-jacents	PE
7	Placer les électrodes de terre et préciser clairement dans l'étude d'exécution les types d'électrodes et leurs besoins nominaux.	PE

	Activité	Personne ressource	Achèvement
	Vous trouverez des formulaires modèles en annexe C pour cela.		
8	Former le géomètre sur la conception SWER. Il doit avoir une connaissance les structures monofilaires et bifilaires (câble de terre sous-jacent). Les tableaux de portée en annexe A sont pour assurer les conceptions les plus économiques.		
9	Faire le levé de la première conception détaillée d'exécution	Géomètre	
10	Le géomètre et le Ingénieur de Projet doivent alors convenir des itinéraires définitifs de conception et des emplacements des électrodes principales MT	Géomètre et PE	
11	Faire autant de mesures de résistivité que nécessaires si les emplacements d'électrode ont changé et concevoir des électrodes. Si le type et la résistivité de sol ne sont pas acceptables faire alors plus de mesures et de conceptions jusqu'à ce que l'électrode et l'emplacement soient définitifs. Ne laisser pas cette activité en tant qu'activité de chantier à finaliser au cours de la construction.	PE	
12	Discuter la conception finale avec le SDO et choisir les positions de d'accès aux fusibles et aux liaisons pleines. Discuter de la nécessité de réenclencheurs sur la base de la charge desservie et de la distance du Centre d'exploitation.		
13	Concevoir la protection du réseau SWER en consultant l'annexe D et le Centre des ressources régionales pour les paramètres de protection.	PE/Protection	
14	Echanger avec le SDO en ce qui concerne la position finale du réenclencheur, des fusibles et des liaisons pleines et les exigences de marquage par exemple le marquage avec le type et la taille de fusible au lieu de la boîte à fusible. L'importance à faire réaliser le réseau comme conçu doit être mis en exergue.	PE/SDO	
15	Préparer le projet d'exécution définitif	PE	
16	Une fois que les personnes ressources chargées de la construction ont été choisies, s'assurer qu'elles comprennent la construction des systèmes SWER en particulier : 1) les structures monophasées MT 2) les structures de câble de sous-jacent, ayant une ligne MT et une ligne BT sur la même structure. 3) L'importance à employer les méthodes et les outils corrects de pour les jonctions et que ce travail doit être exécuté par une personne certifiée. 4) La construction d'électrodes de terre et les endroits où une l'inspection est requise avant que les travaux puissent se poursuivre. 5) Les feuilles d'inspection en annexe B 6) La différence de certains équipements par rapport aux systèmes conventionnels MT 7) Le raccordement de transformateurs Les vérifications d'équipement et une approche professionnelle stricte sont fortement recommandées.	PE/Entrepreneur	
17	Former les personnes ressources chargées de liaison communautaire sur les électrodes SWER. La communauté doit savoir que si une personne sectionne ou endommage l'isolement d'une électrode SWER alors le fait d'entrer en contact avec toute	PE	

	Activité	Personne ressource	Achèveme nt
	partie dénudée aura probablement une conséquence mortelle.		
18	Former le chef des travaux à veiller attentivement en particulier à 1) la vérification des matériels 2) la certification des ouvriers de lignes à faire les jonctions 3) Les points d'inspection de l'électrode de terre 4) les longueurs de portée et la séparation entre la MT et le câble de terre sous jacent au poteau. 5) Le montage des équipements conformément aux schémas par exemple, l'orientation des consoles d'isolateurs de poteau	PE/ Direction du projet / Commis des travaux	
19	Impliquer le Centre d'Exploitation au cours de la construction	Commis des travaux	
20	Faire une dernière inspection du projet réalisé en compagnie des SDO et organiser une session de formation pour leur expliquer clairement comment le projet doit être exploité. Utiliser des scénarios de défaut pour décrire ce qui pourrait se produire et comment ils devront réagir face au problème	PE/SDOs	

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 92	SUR 214

ANNEXE H

Liste des schémas

La présente annexe indique les schémas pertinents auxquels il est fait référence sous cette norme. Des détails complets apparaissent sur des feuilles séparées en annexe.

(Suite)

Schémas de Montage

No.	Description
D-DT-0210	Installation de l'électrode de terre principale forée de transformateur
D-DT-0211	Installation de l'électrode de terre principale de tranchée de transformateur
D-DT-0212	Installation de l'électrode de terre forée pour câble de terre sous jacent
D-DT-0213	Installation de l'électrode de terre de tranchée pour câble de terre sous jacent
D-DT-0214	Installation d'électrode de terre secondaire – piquet
D-DT-0215	Installation d'électrode de terre secondaire – câble de fond de fouille
D-DT-0245	Installation de câble de terre sous jacent / isolateur rigide alignement de fil nu BT
D-DT-0246	Installation de câble de terre sous jacent / isolateur rigide ancrage de fil nu BT par console 'D'
D-DT-0247	Installation de câble de terre sous jacent / fixation hélicoïdale sur isolateur rigide alignement de fil nu BT
D-DT-0248	Installation de câble de terre sous jacent / fixation hélicoïdale sur isolateur rigide ancrage de fil nu BT
D-DT-0250	Assemblage Isolant/conducteur – fixation hélicoïdale sur cosse d'arrêt
D-DT-0251	Assemblage Isolant/conducteur – pince d'ancrage
D-DT-0253	Assemblage Isolant/conducteur – pince d'alignement
D-DT-0256	Assemblage fixation hélicoïdale en rainure supérieure d'un isolateur rigide
D-DT-0259	Assemblage fixation hélicoïdale en rainure latérale d'un isolateur rigide
D-DT-0260 Feuil. 1 à 4	Installation du compteur statistique du transformateur d'isolement 200/400 kVA
D-DT-0270	Installation de transformateur sur simple support
D-DT-0273	Double plate-forme pour transformateur d'isolement
D-DT-0277	Installation du Transformateur de puissance
D-DT-0278	Installation de l'enregistreur de courant de crête
D-DT-0297	Installation de fusible d'expulsion sur poteau
D-DT-0312/ D-DT-0341	Installation d'hauban sur poteau en bois (Réseau MT)
D-DT- 0343	Installation d'hauban traversant BT/MT
D-DT-0348	Distances de sécurité pour structures communes
D-DT-0346	Installation de Parafoudres (comprend l'installation des Parafoudres parallèles)
D-DT-0373	Traversée en bois. Boulon à oeilletons de double ancrage.
D-DT-0375	Traversée en bois. Boulon à oeillet d'ancrage
D-DT-0378	Traversée en bois. Boulon à oeillet d'alignement
D-DT-0383	Assemblage d'isolateur simple rigide type « post » sur poteau bois
D-DT-0391	Traversée en bois. Assemblage d'isolateur simple rigide type « post » à tige filetée longue

(Suite)

Structures (Poteau - Portique) de ligne SWER 19 kV

No.	Description
D-DT-0400	Alignement (0 ⁰)
D-DT-0401	Alignement (1 ⁰ à 10 ⁰)
D-DT-0402	Alignement avec chaîne (10 ⁰ à 30 ⁰)
D-DT-0403	Double ancrage (0 ⁰)
D-DT-0404	Double ancrage (1 ⁰ à 30 ⁰)
D-DT-0406	Double ancrage (30 ⁰ à 90 ⁰)
D-DT-0407	Arrêt simple
D-DT-0410	Alignement (0 ⁰) avec câble de terre sous-jacent
D-DT-0411	Alignement (1 ⁰ à 10 ⁰) avec câble de terre sous-jacent
D-DT-0412	En alignement (10 ⁰ à 30 ⁰) avec câble de terre sous-jacent
D-DT-0413	Double ancrage (0 ⁰) avec câble de terre sous-jacent
D-DT-0414	Double ancrage (1 ⁰ à 30 ⁰) avec câble de terre sous-jacent
D-DT-0416	Double ancrage (30 ⁰ à 90 ⁰) avec câble de terre sous-jacent
D-DT-0417	Arrêt simple avec câble de terre sous-jacent
D-DT-0418	Arrêt simple de câble de terre sous-jacent
D-DT-0420	Transformateur d'isolement sur support simple (50 kVA et 100 kVA)
D-DT-0421	Transformateur d'isolement sur support à quatre poteaux (200 kVA et 400 kVA)

Plans de montage

Postes, Mise à la terre et accessoires de Structures (Poteau - Portique)

No.	Description
D-DT-0450	Plan d'Ensemble d'une dérivation SWER
D-DT-0451	Plan d'Ensemble d'une dérivation SWER avec câble de terre sous-jacent
D-DT-0460	Poste de transformateur d'isolement sur poteau simple
D-DT-0461	Poste de transformateur d'isolement sur support à quatre poteaux (en H)
D-DT-0462	Transformateur de distribution unique SWER — 16 kVA ou 32 kVA
D-DT-0463	Deux transformateurs de distribution SWER — 2 × 32 kVA
D-DT-0464	Réenclencheur SWER sur support simple
D-DT-0465	Coupe-circuit SWER à expulsion
D-DT-0468	Transformateur de distribution unique pour MV micro SWER — 5KVA

(Suite)

Dessins des matériels

No.	Description
D-DT-3004	Ecrou à œil de M20
D-DT-3005	Boulon à œil de M20 x 50
D-DT-3007	Chape d'attelage
D-DT-3008	Pince d'alignement à berceau
D-DT-3010	Manille type D
D-DT-3012	Tirant d'haubans, M20
D-DT-3014	Rondelle de fibre
D-DT-3015	Tige filetée M20 x 350
D-DT-3017	Isolateur rigide type « Post », 22Kv
D-DT-3019	Connecteur de sertissage en H
D-DT-3022	Console de fixation, Coffret de comptage de Type "F"
D-DT-3026	Coss0065 de 16mm
D-DT-3027	Traversée en fer U de 1300 mm
D-DT-3042	Chaîne d'isolateur type long Rod 22kV
D-DT-3046	Console haut de poteau
D-DT-3050	Tige M20 x 50 pour isolateur rigide type « Post »
D-DT-3058	Pince PG

(Suite)

Schémas de l'équipement

No.	Description
D-DT-3064	Armour rod
D-DT-3065	Fixation d'arrêt hélicoïdale préformée
D-DT-3069	Fixation d'arrêt hélicoïdale préformée pour haubans
D-DT-3074	Cosse à sertissage
D-DT-3080	Fixation préformée latérale
D-DT-3081	Fixation préformée rainure supérieure
D-DT-3090	Vis à bois/tire-fond
D-DT-3091	Piquet de terre
D-DT-3092	Coupleur de piquets de terre
D-DT-3093	Bride de Piquet de terre
D-DT-3094	Isolateur d'arrêt
D-DT-3096	Console type "D"
D-DT-3098	Manchon de milieu de portée
D-DT-3109	Montant de Poteau avec serre-fils
D-DT-3110	Chape, boucle
D-DT-3114	Haut de poteau 7/4 avec bague
D-DT-3124	Brin de câble 7/4
D-DT-3127	Tuyau, LPDE

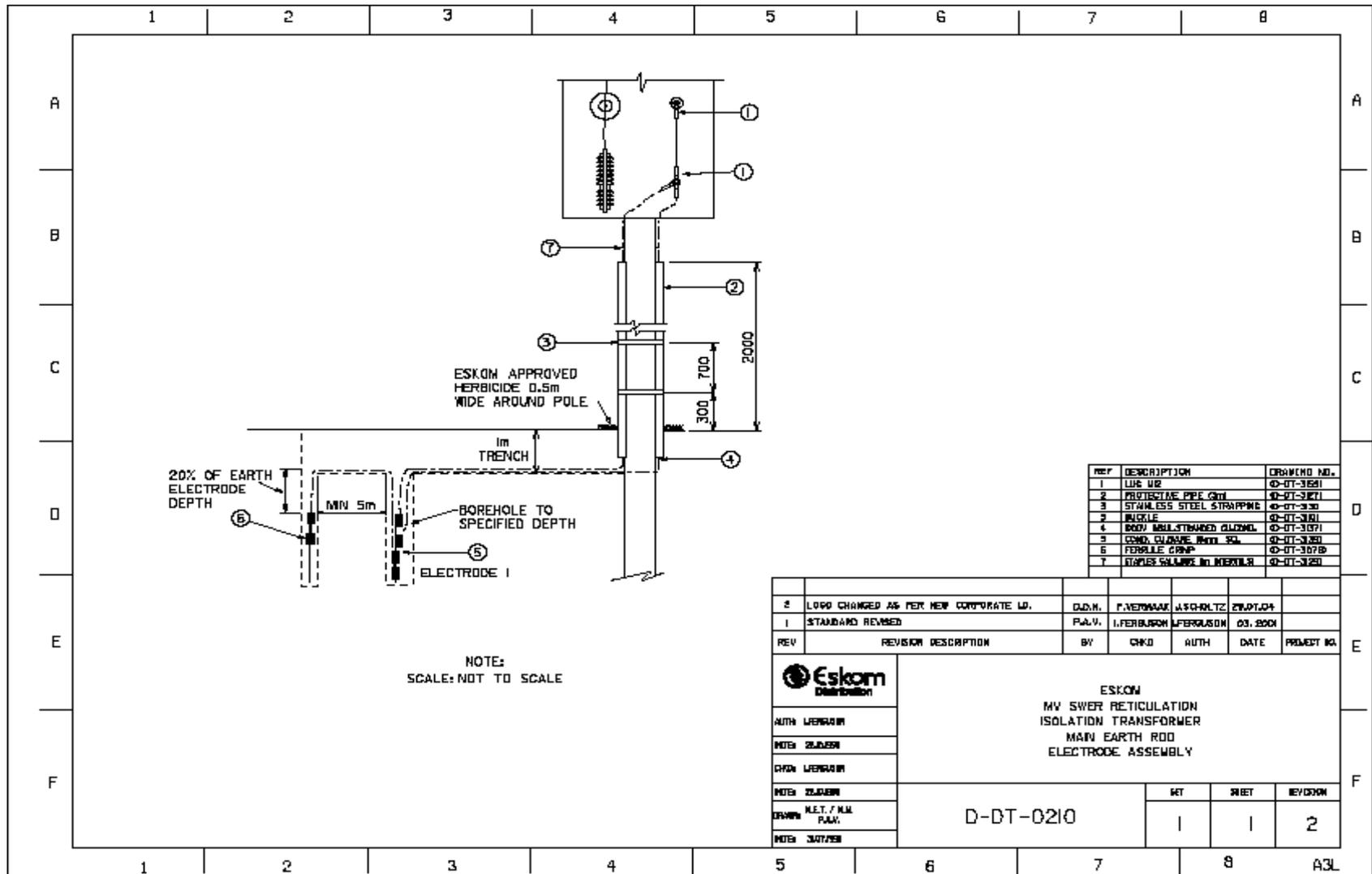
(Fin)

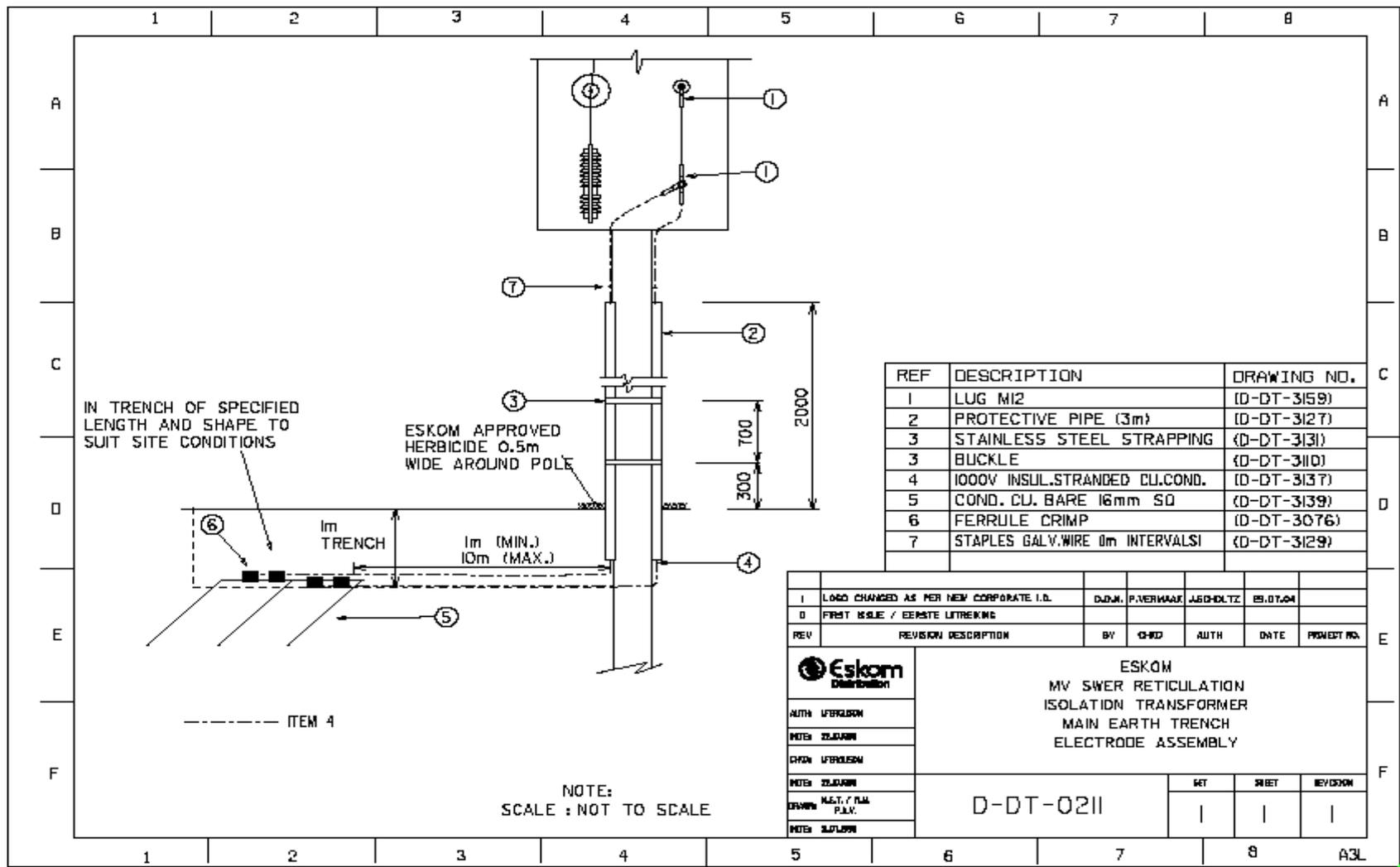
Schémas des accessoires

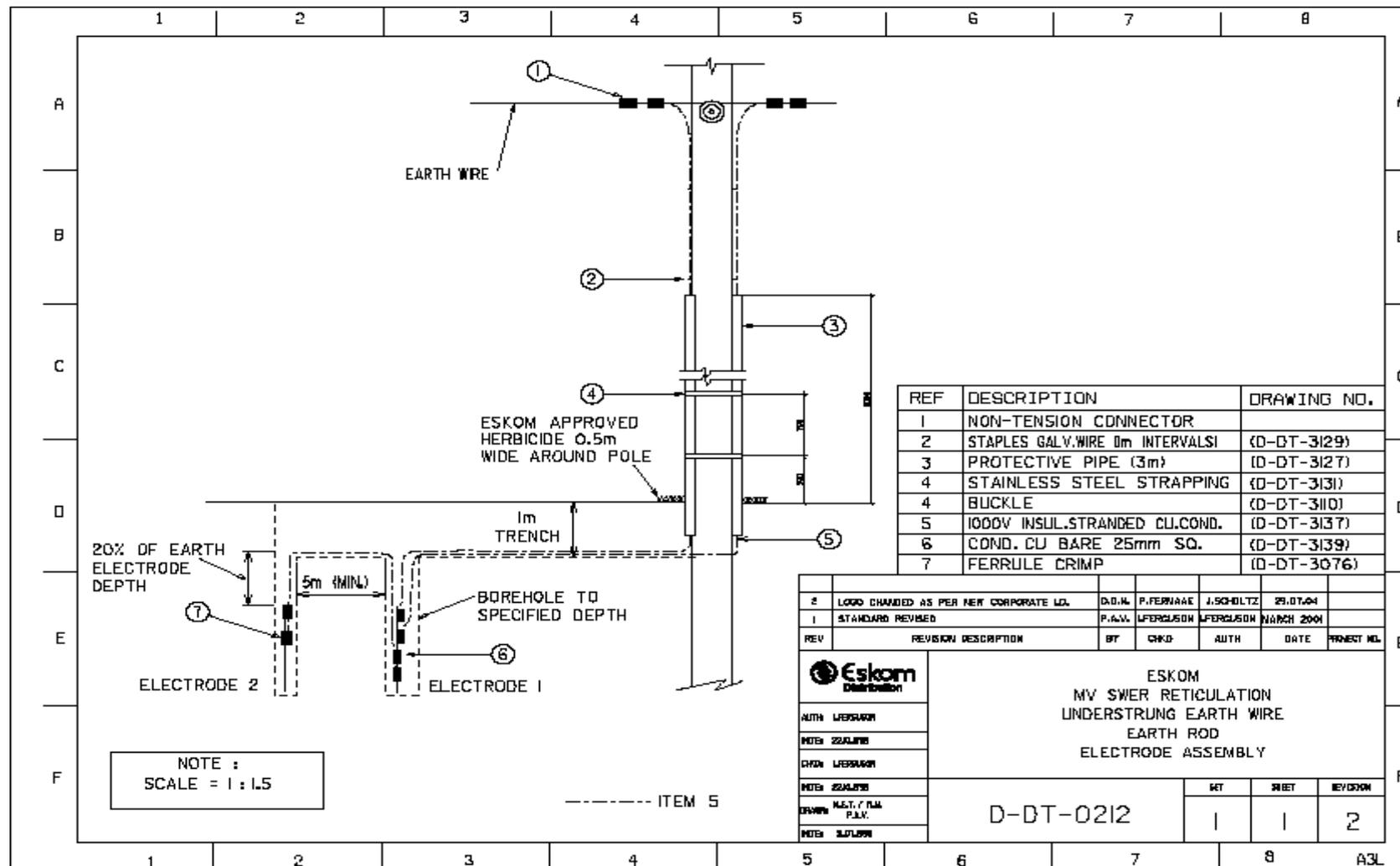
No.	Description
D-DT-3020	Installation de plate-forme de transformateur d'isolement
D-DT-3022	Console pour coffret compteur
D-DT-3203	Coffret d'enregistrement du courant de crête

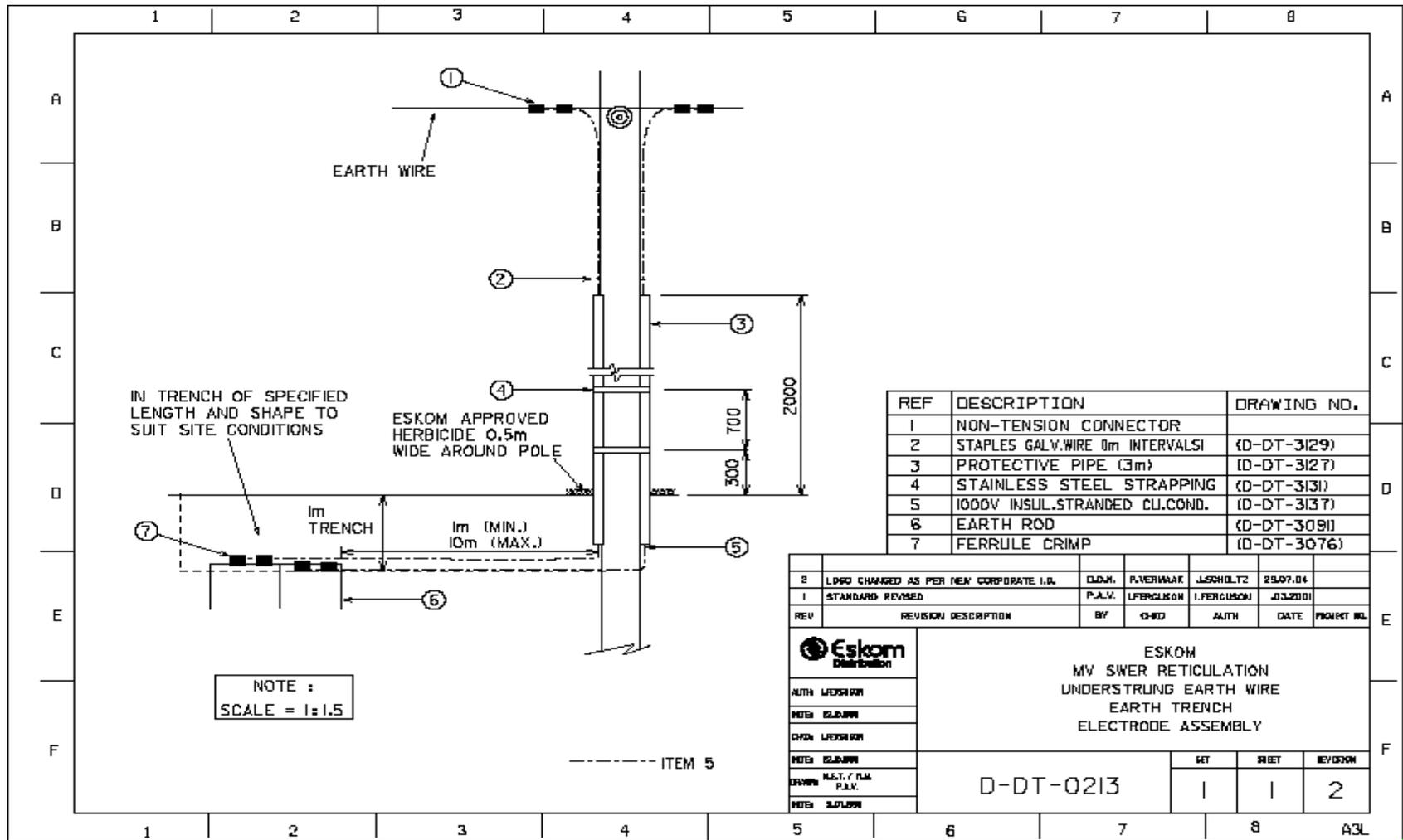
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

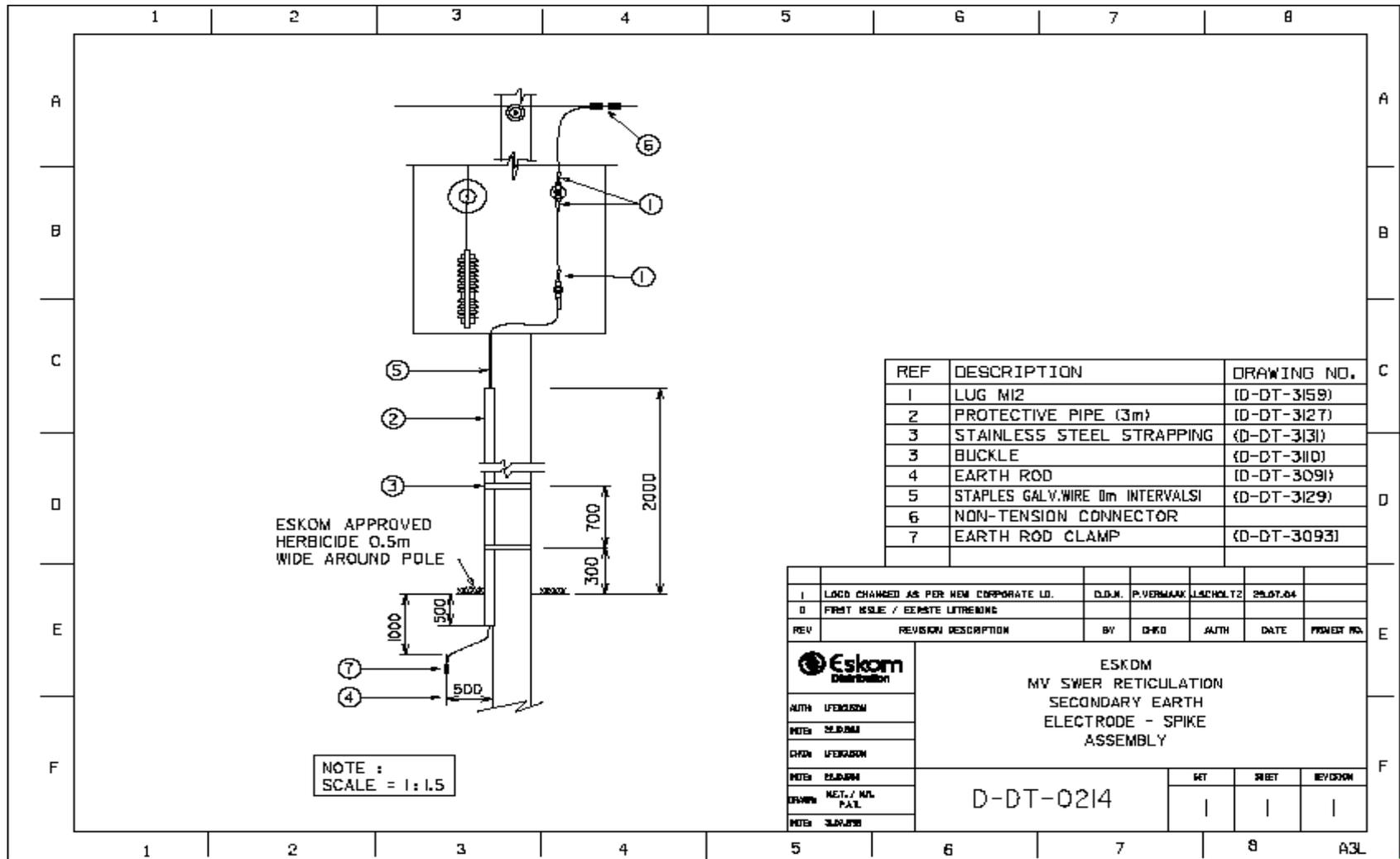
REFERENCE REV
 SWER-BF 01 1
 PAGE 98 SUR 214







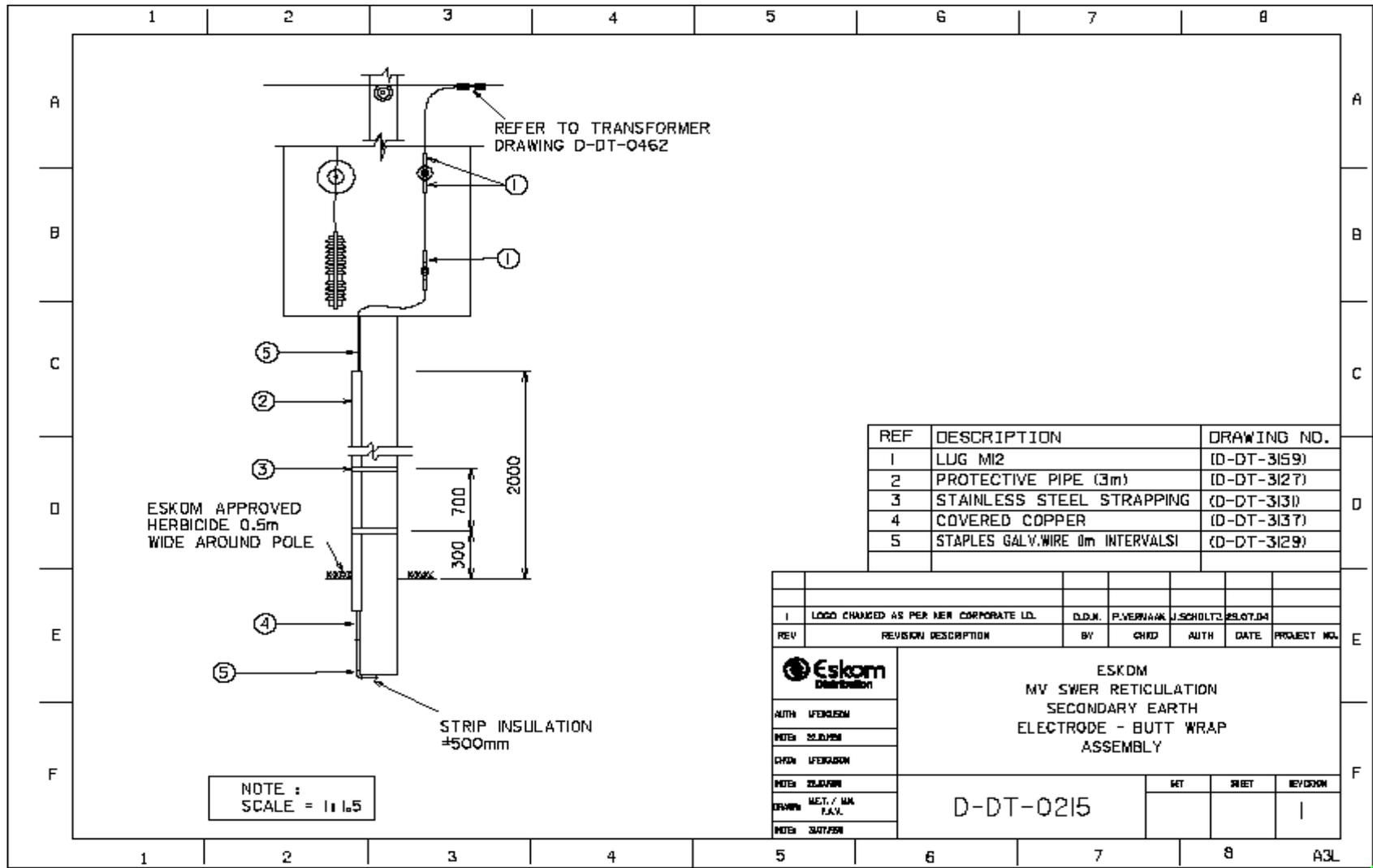




REF	DESCRIPTION	DRAWING NO.
1	LUG M12	{D-DT-3159}
2	PROTECTIVE PIPE (3m)	{D-DT-3127}
3	STAINLESS STEEL STRAPPING	{D-DT-3131}
3	BUCKLE	{D-DT-3110}
4	EARTH ROD	{D-DT-3091}
5	STAPLES GALV.WIRE 0m INTERVALS	{D-DT-3129}
6	NON-TENSION CONNECTOR	
7	EARTH ROD CLAMP	{D-DT-3093}

1	LOGO CHANGED AS PER NEW CORPORATE ID.	D.D.J.	P.VERMAAK	L.SCHOLTZ	29.07.04	
0	FIRST ISSUE / EEMSTE UITVERING					
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	AUTH	DATE	PROJECT NO.
		ESKOM MV SWER RETICULATION SECONDARY EARTH ELECTRODE - SPIKE ASSEMBLY				
AUTH	IFERSON	RET		REVET	REVISION	
NOTE	ESKOM					
CHKD	IFERSON					
NOTE	ESKOM					
DRAWN	NET./ M.L. P.A.L.					
NOTE	SWER					

NOTE :
 SCALE = 1:1.5



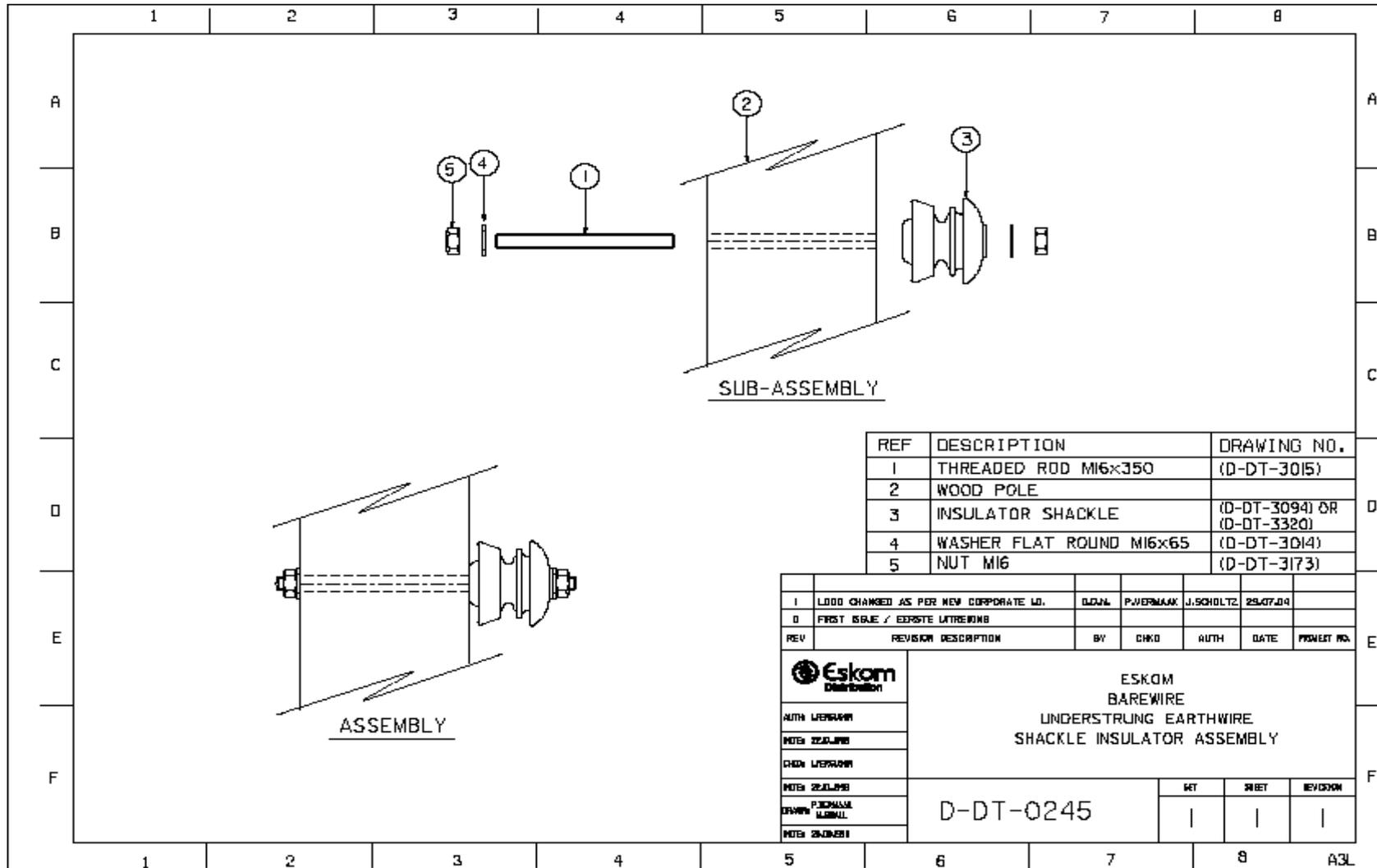
REF	DESCRIPTION	DRAWING NO.
1	LUG M12	(D-DT-3159)
2	PROTECTIVE PIPE (3m)	(D-DT-3127)
3	STAINLESS STEEL STRAPPING	(D-DT-3131)
4	COVERED COPPER	(D-DT-3137)
5	STAPLES GALV.WIRE 0m INTERVALS	(D-DT-3129)

REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	AUTH	DATE	PROJECT NO.
1	LOGO CHANGED AS PER NEW CORPORATE ID.	D.D.M.	P.VERNANCK	J.SCHOLTZ	29.07.04	

	ESKDM MV SWER RETICULATION SECONDARY EARTH ELECTRODE - BUTT WRAP ASSEMBLY		
	AUTH: UFERKDM DESIGNED: UFERKDM CHECKED: UFERKDM DRAWN: MET./M.A. DATE: 30/7/08	D-TITLE D-DT-0215	REV 1

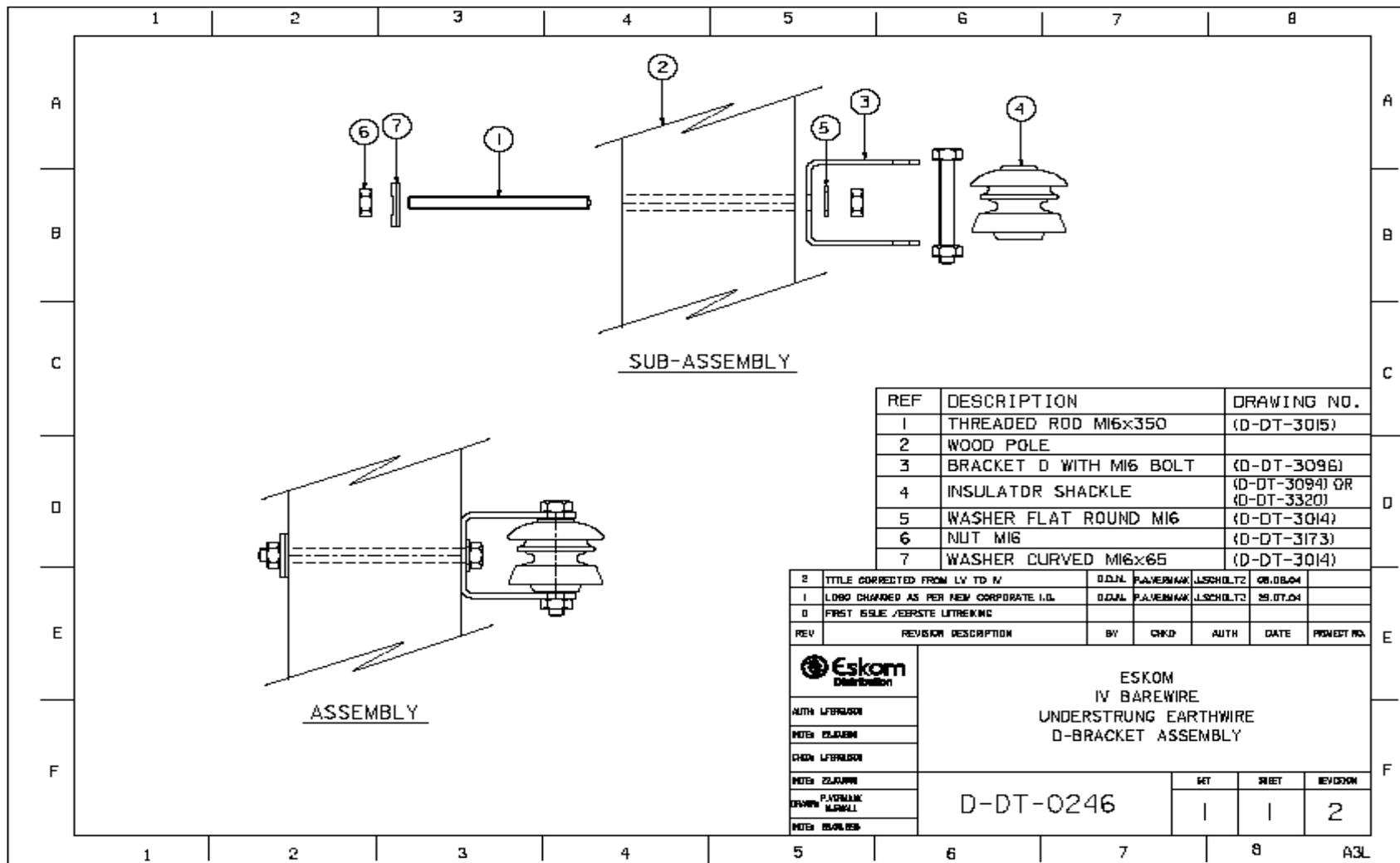
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE REV
 SWER-BF 01 1
 PAGE 104 SUR 214



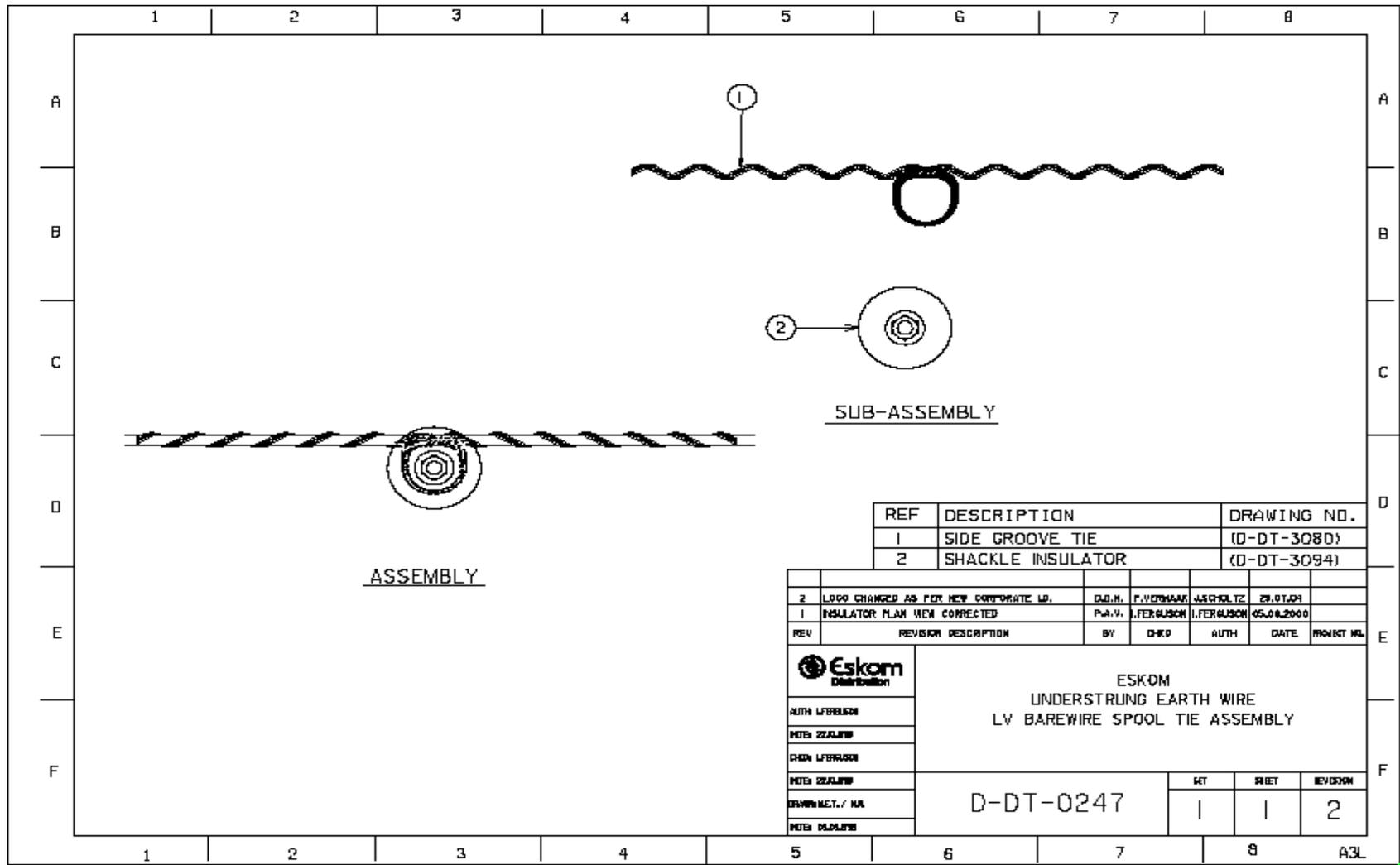
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE REV
 SWER-BF 01 1
 PAGE 105 SUR 214



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

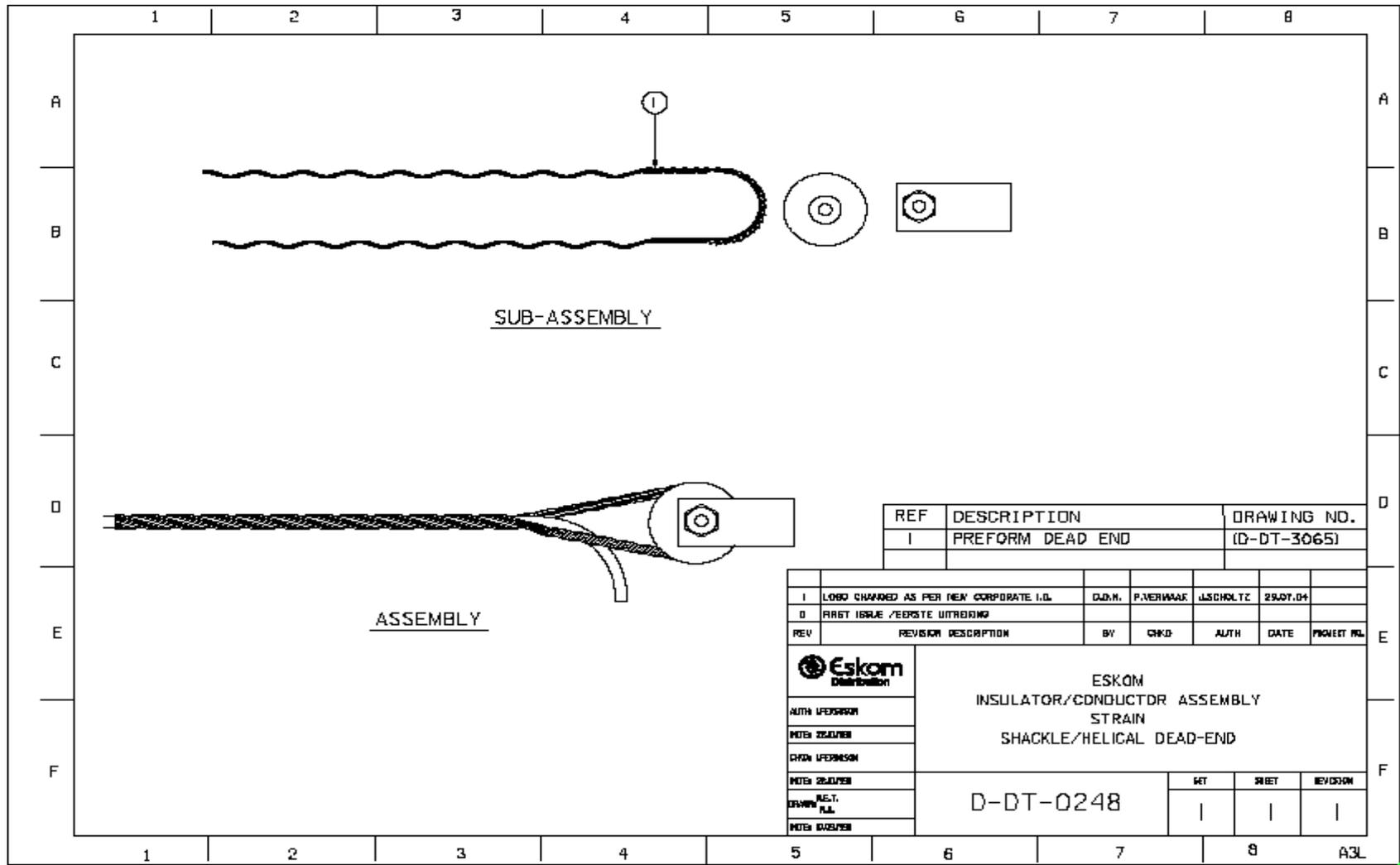
REFERENCE REV
SWER-BF 01 **1**
 PAGE 106 SUR 214

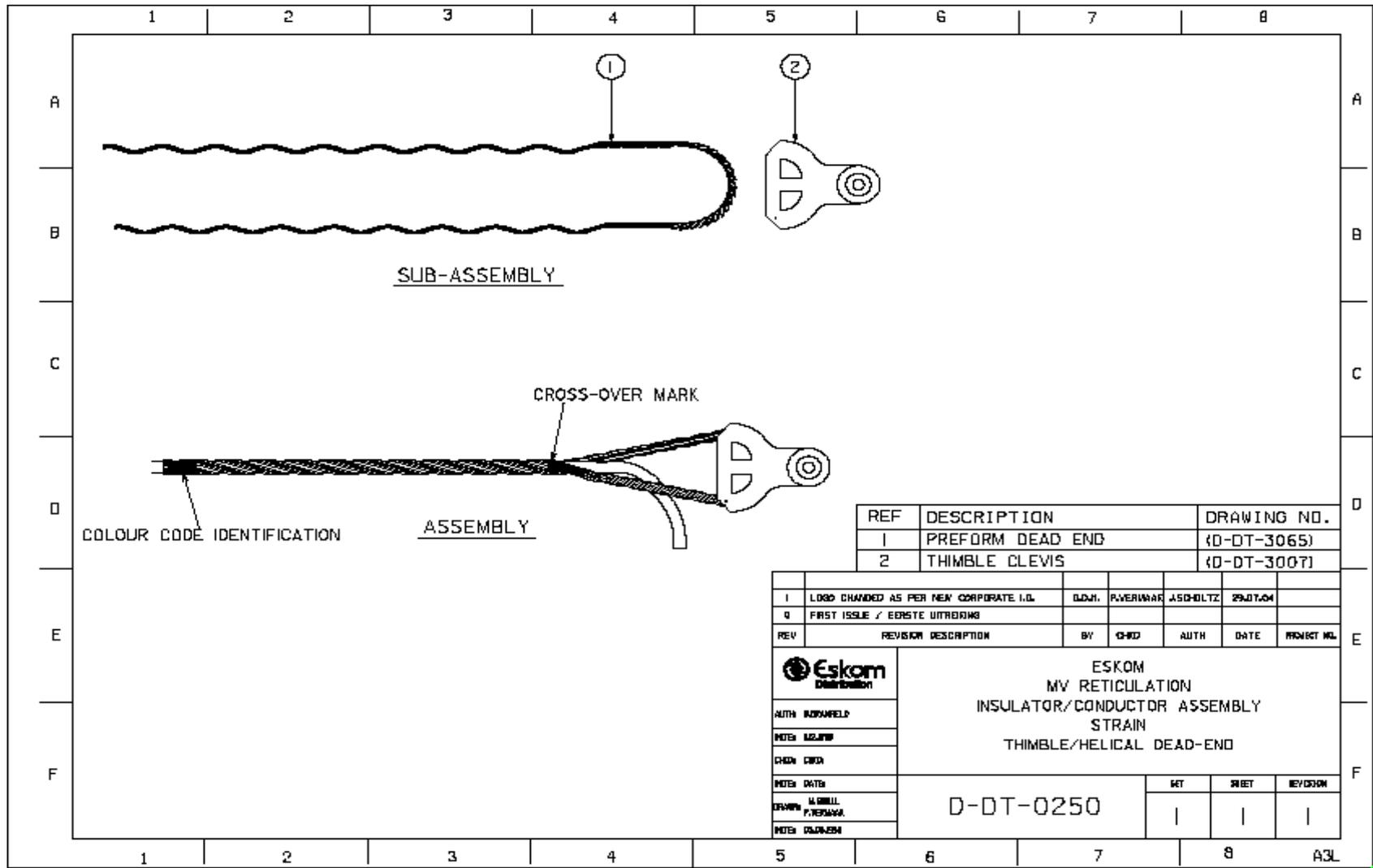


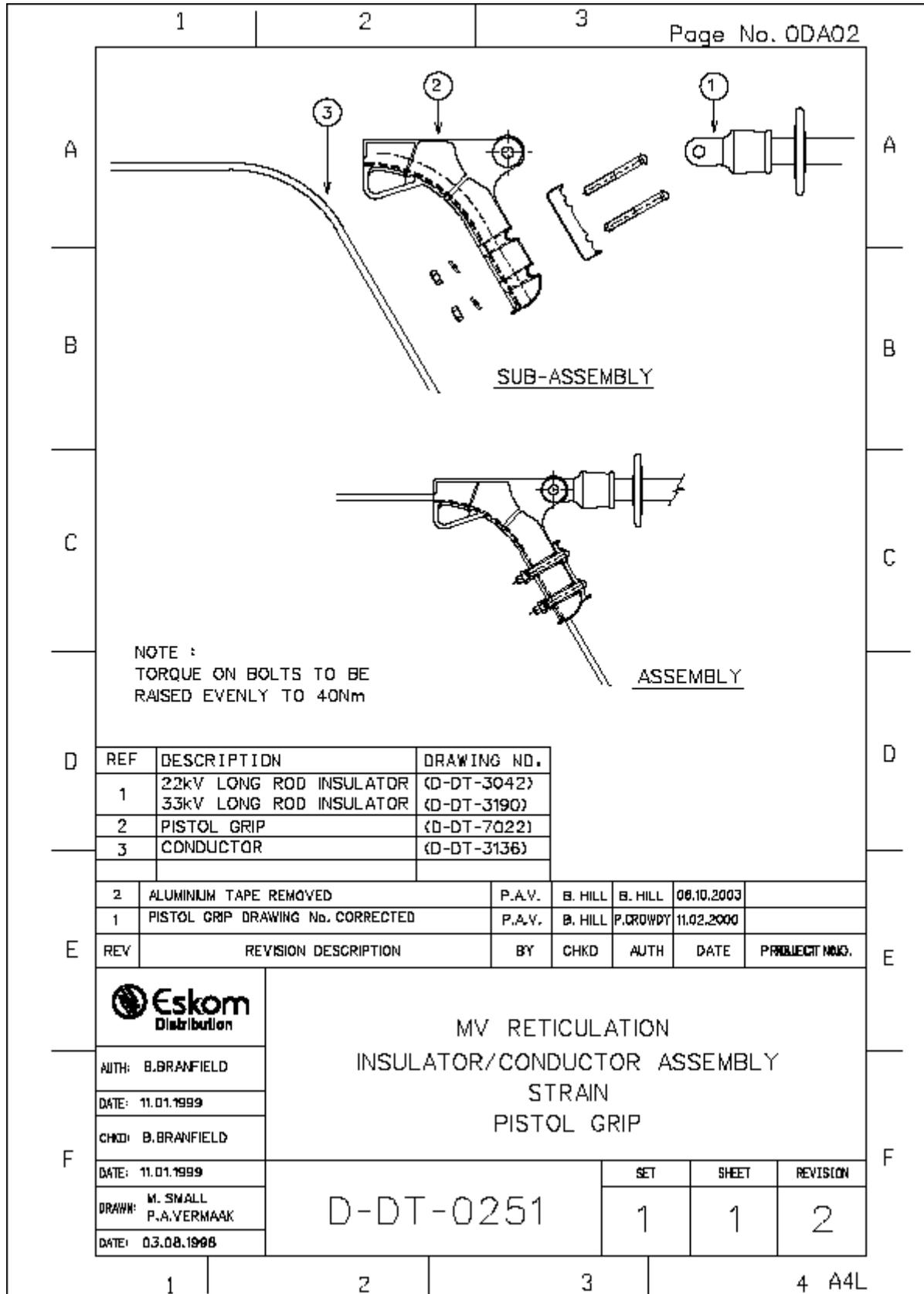
REF	DESCRIPTION	DRAWING NO.
1	SIDE GROOVE TIE	(D-DT-3080)
2	SHACKLE INSULATOR	(D-DT-3094)

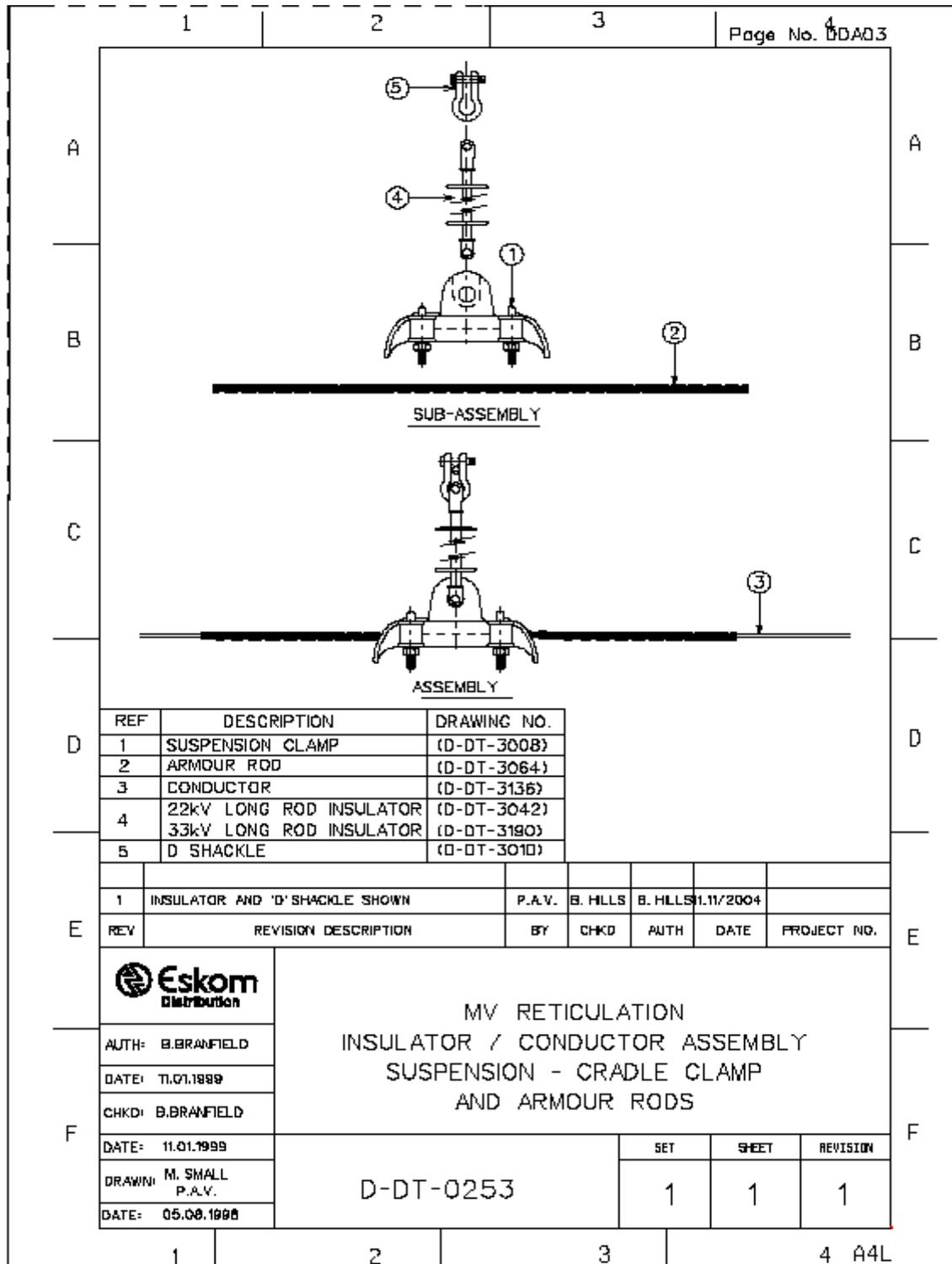
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	AUTH	DATE	PROJCT N°
2	LOGO CHANGED AS PER NEW CORPORATE LOGO	D.J.H.	P.VERMAAK	J.SCHOLTZ	29.01.09	
1	INSULATOR PLAN VIEW CORRECTED	P.A.V.	J.FERGUSON	J.FERGUSON	05.08.2000	

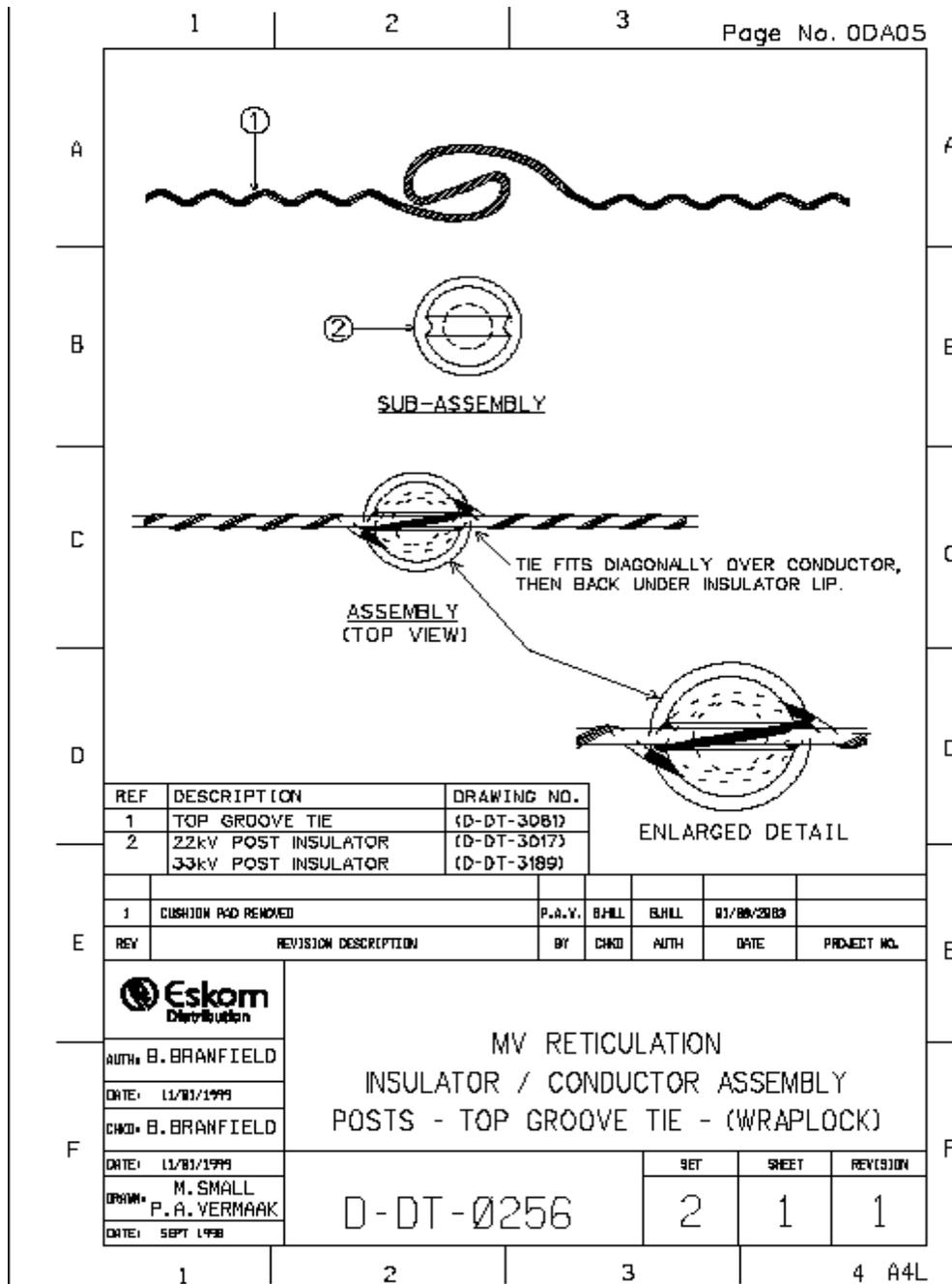
	ESKOM UNDERSTRUNG EARTH WIRE LV BAREWIRE SPOOL TIE ASSEMBLY		
	D-DT-0247		
	SET	SUBSET	REVISION
	1	1	2
	ASL		

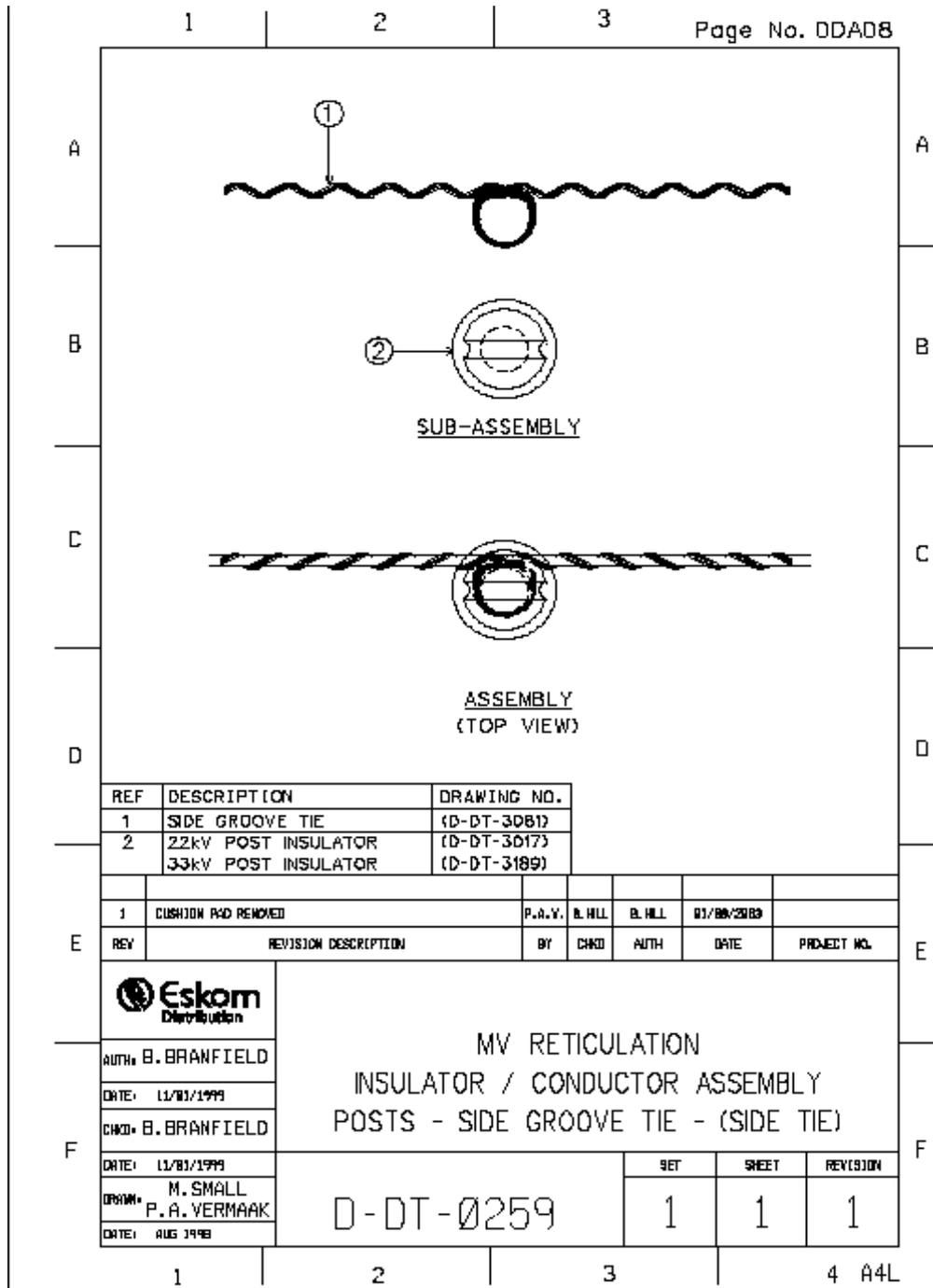






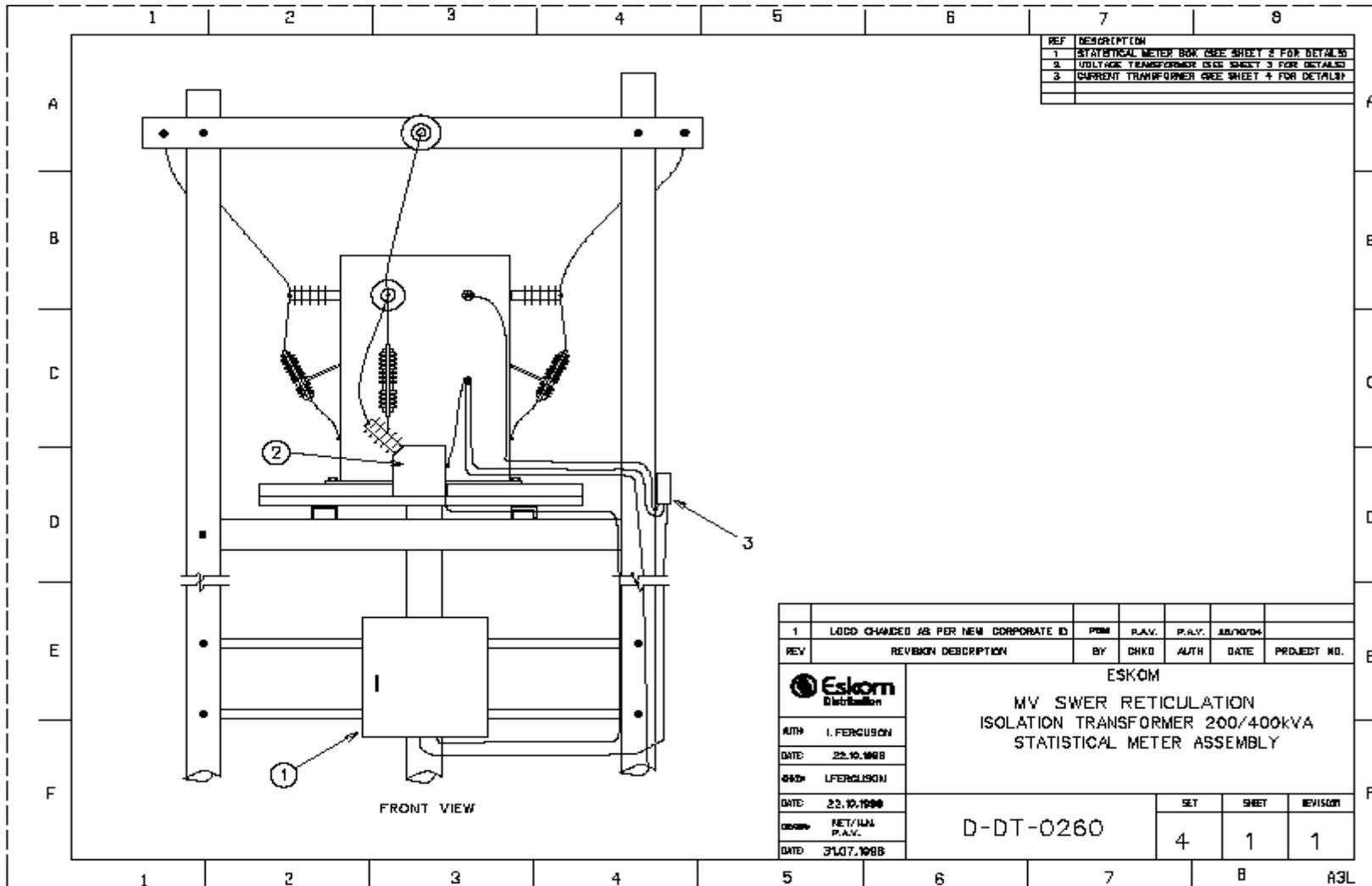






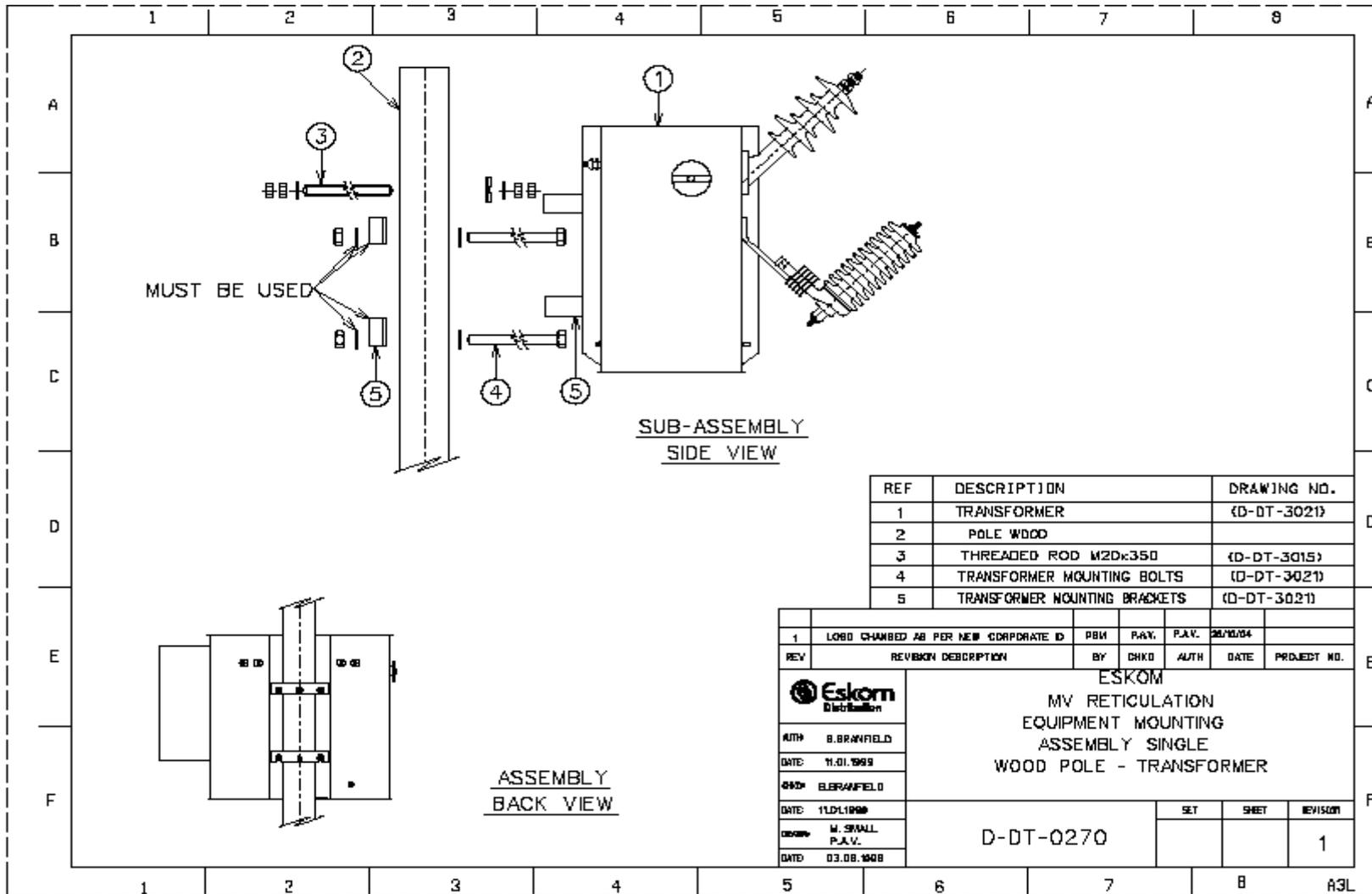
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

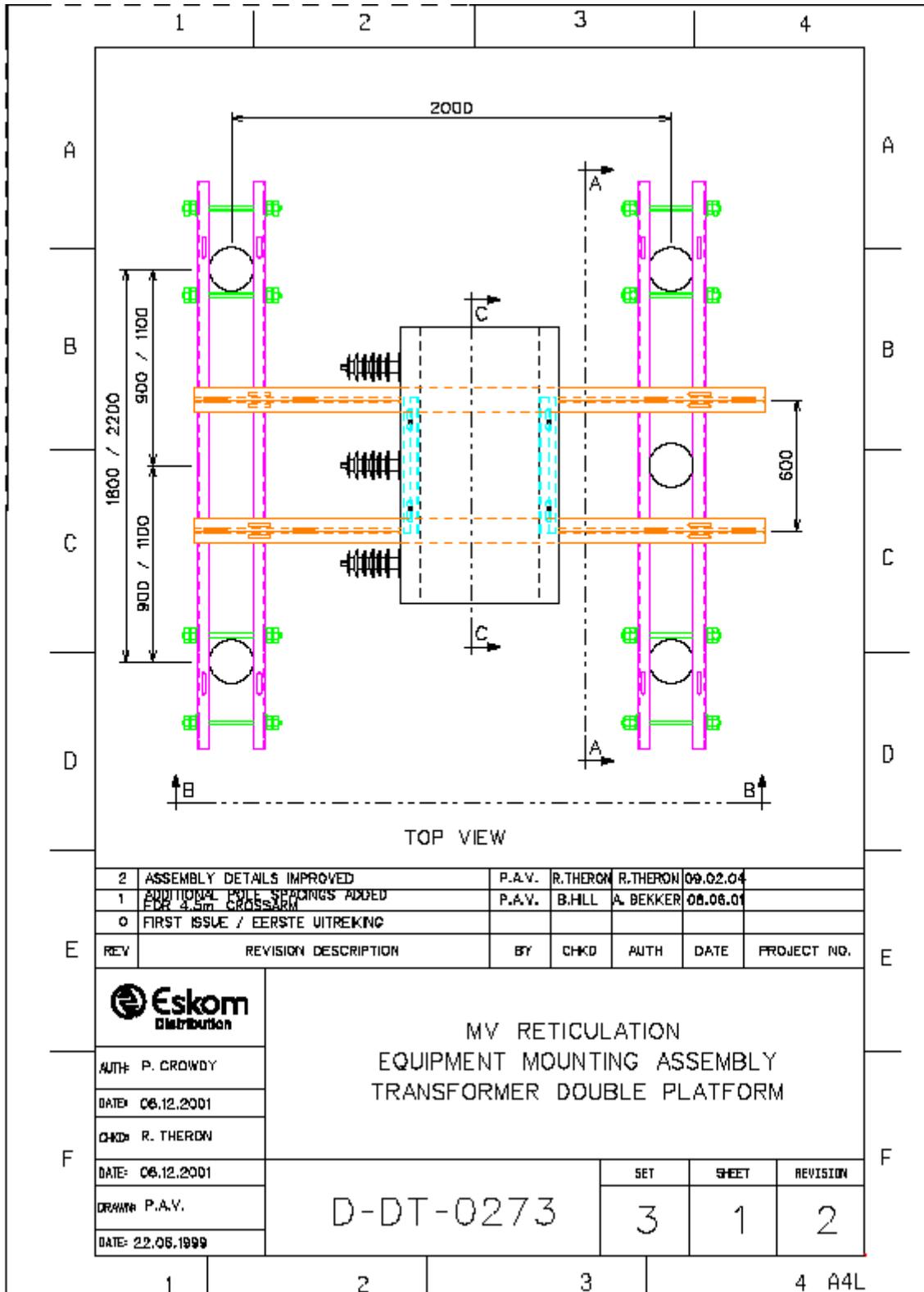
REFERENCE REV
 SWER-BF 01 1
 PAGE 113 SUR 214

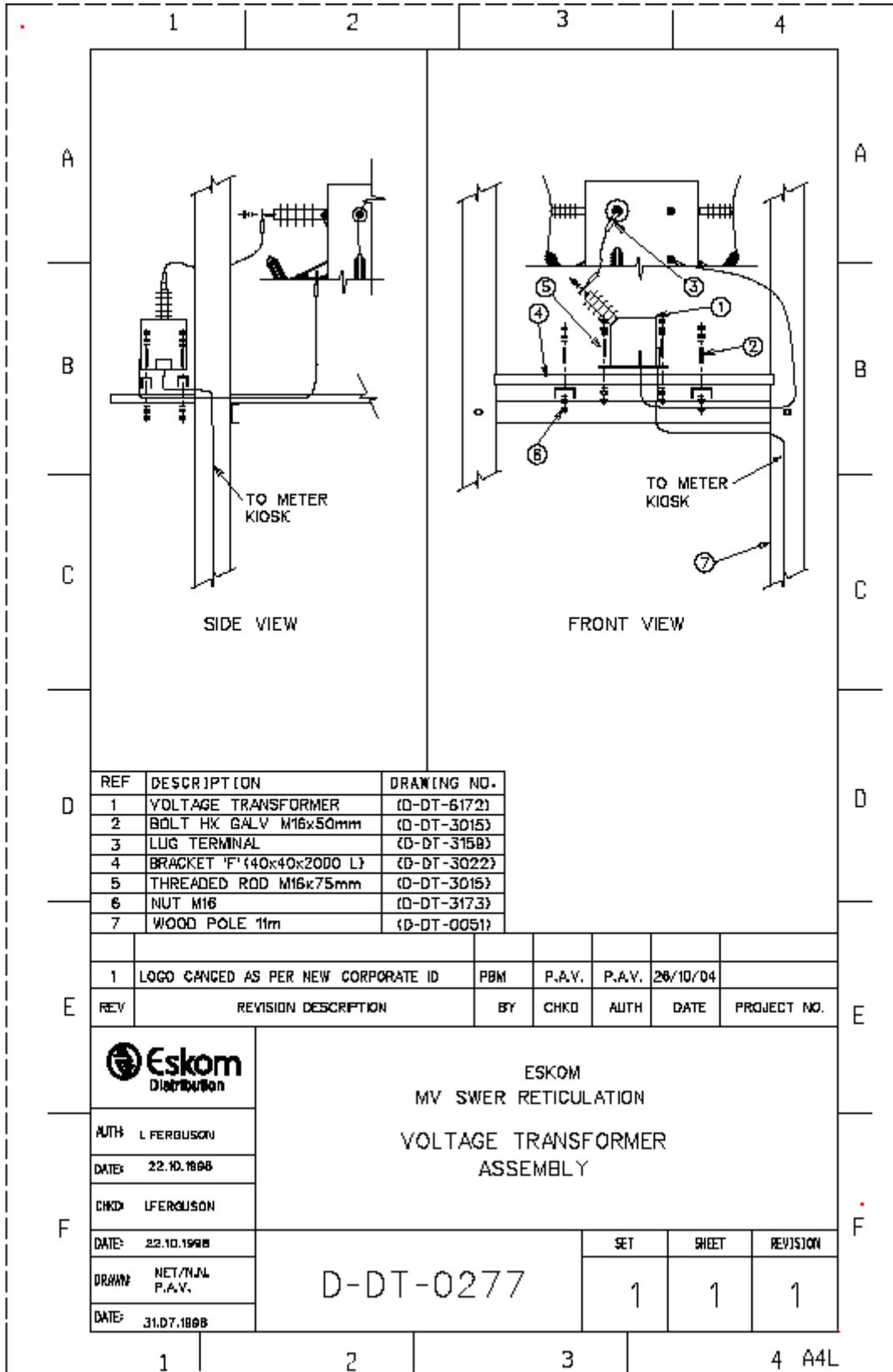


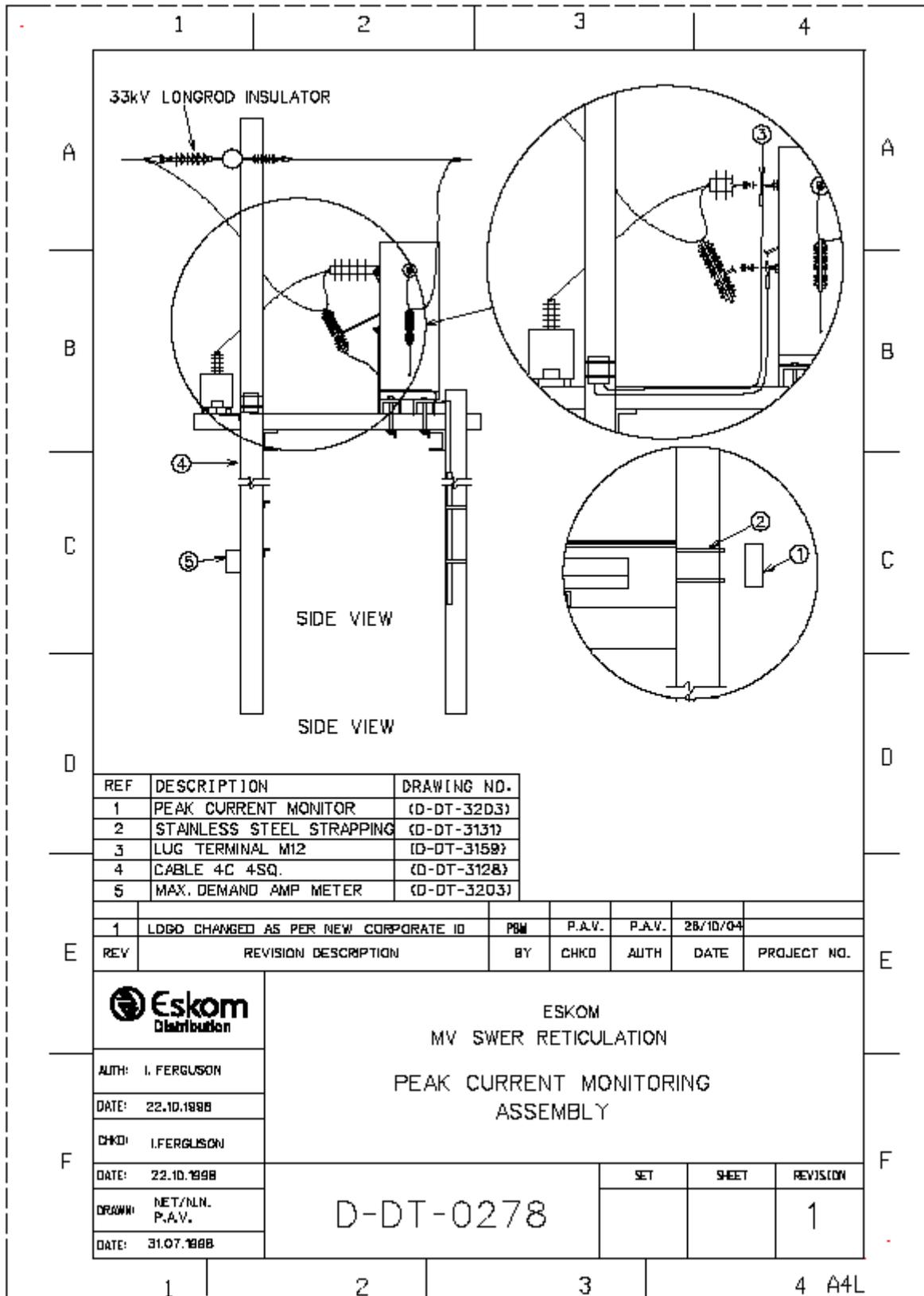
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

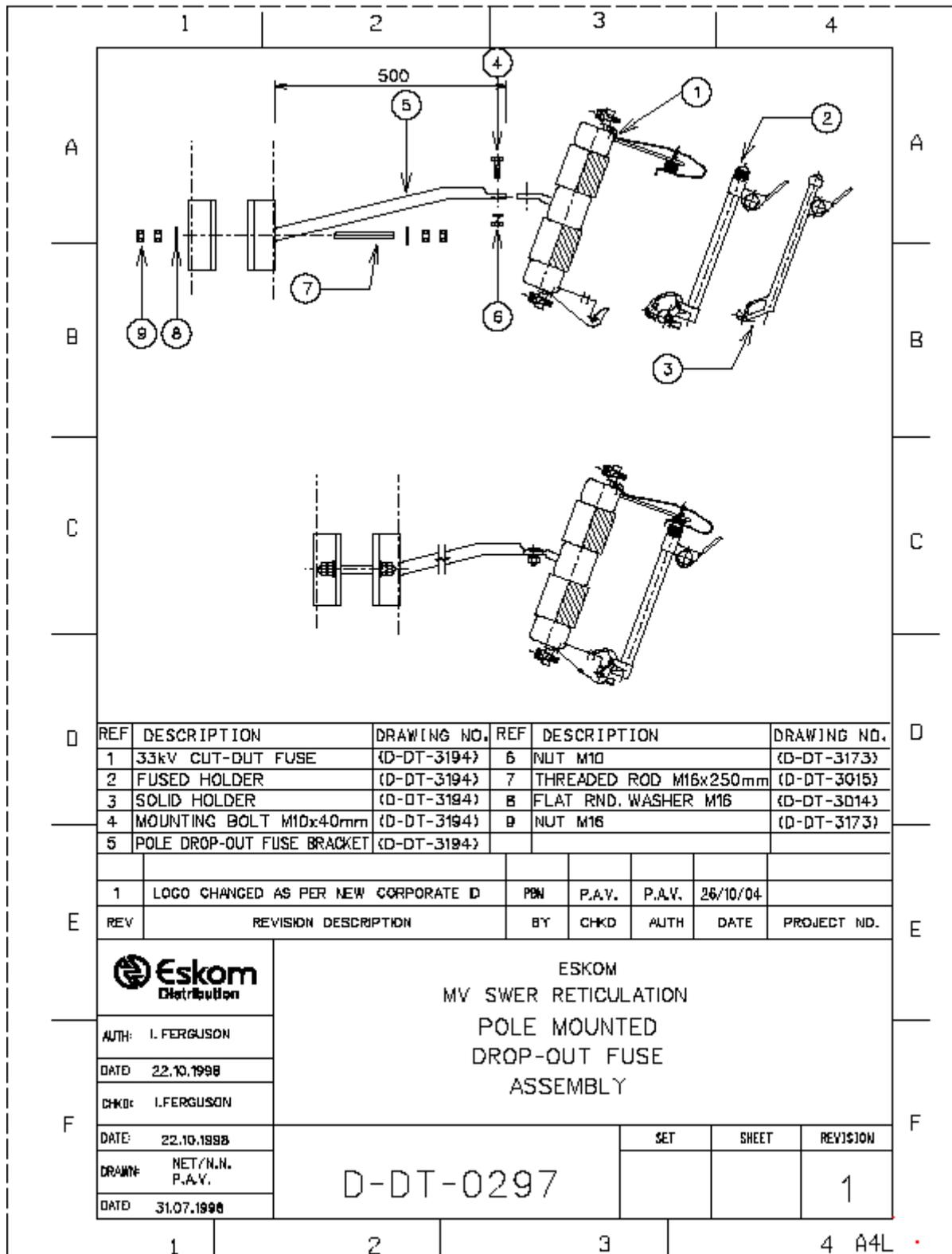
REFERENCE REV
 SWER-BF 01 1
 PAGE 114 SUR 214



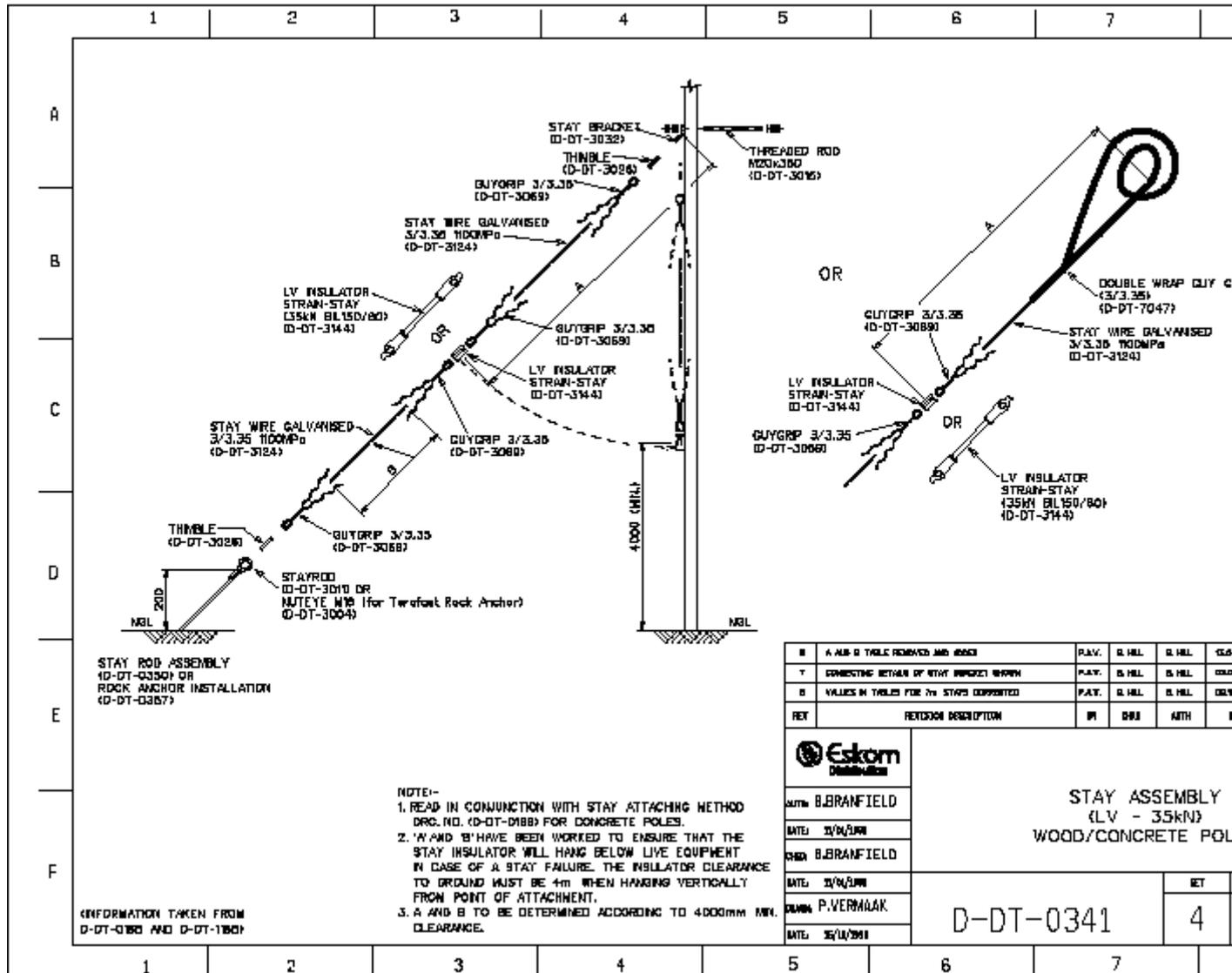








1	2	3	Page No. 00B05																																				
A			A																																				
B	<p>• S - CONSTRUCTION STAYS SLACK OFF AFTER INSTALLATION</p> <p>• WHERE 2 x S ARE REQUIRED USE TOP AND BOTTOM PHASE.</p> <p>• WHERE 1 x S IS REQUIRED USE MIDDLE PHASE</p> <p>NDTE : FOR CHICADEE AND KINGBIRD USE 19/2.65 STAY WIRE AND 24mm DIAMETER STAYRODS MIN. 2.4m LONG.</p>		B																																				
STRAIN (± 30 - 90 DEG. DEVIATION)																																							
C			C																																				
D	<p>• S - CONSTRUCTION STAYS SLACK OFF AFTER INSTALLATION.</p> <p>• FOR MINK AND HARE CONDUCTOR USE DOUBLE CROSSARM.</p>		D																																				
STRAIN H-POLE																																							
E		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">5</td> <td style="width: 45%;">MV HEAVY CONDUCTOR ADDED</td> <td style="width: 10%;">P.A.V.</td> <td style="width: 10%;">B. HILL</td> <td style="width: 10%;">B. HILL</td> <td style="width: 10%;">03.05.04</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CHICADEE AND KINGBIRD OPTIONS SHOWN</td> <td>P.A.V.</td> <td>B. HILL</td> <td>B. HILL</td> <td>27.01.04</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>CLARITY WHERE 2 x S STAYS ARE REQUIRED & DOUBLE X-ARMS REQUIRED FOR HARE AND MINK</td> <td>P.A.V.</td> <td>B. HILL</td> <td>B. HILL</td> <td>07.05.03</td> </tr> <tr> <td>REV</td> <td>REVISION DESCRIPTION</td> <td>BY</td> <td>CHKD</td> <td>AUTH</td> <td>DATE</td> </tr> </table>		5	MV HEAVY CONDUCTOR ADDED	P.A.V.	B. HILL	B. HILL	03.05.04	4	CHICADEE AND KINGBIRD OPTIONS SHOWN	P.A.V.	B. HILL	B. HILL	27.01.04	3	CLARITY WHERE 2 x S STAYS ARE REQUIRED & DOUBLE X-ARMS REQUIRED FOR HARE AND MINK	P.A.V.	B. HILL	B. HILL	07.05.03	REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	AUTH	DATE												
5	MV HEAVY CONDUCTOR ADDED	P.A.V.	B. HILL	B. HILL	03.05.04																																		
4	CHICADEE AND KINGBIRD OPTIONS SHOWN	P.A.V.	B. HILL	B. HILL	27.01.04																																		
3	CLARITY WHERE 2 x S STAYS ARE REQUIRED & DOUBLE X-ARMS REQUIRED FOR HARE AND MINK	P.A.V.	B. HILL	B. HILL	07.05.03																																		
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	AUTH	DATE																																		
F		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> </td> <td colspan="3" style="text-align: center;">MV RETICULATION STAY ATTACHMENT ANGLES</td> </tr> <tr> <td style="width: 20%;">AUTH: P. CROWDY</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>DATE: MAY 1996</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>CHKD: J. SMAN</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>DATE: MAY 1996</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>DRWN: P.A. VERMAAK</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">D-DT-0312</td> <td style="text-align: center;">SET 5</td> <td style="text-align: center;">SHEET 1</td> <td style="text-align: center;">REVISION 5</td> </tr> <tr> <td>DATE: 31.01.1995</td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>				MV RETICULATION STAY ATTACHMENT ANGLES			AUTH: P. CROWDY					DATE: MAY 1996					CHKD: J. SMAN					DATE: MAY 1996					DRWN: P.A. VERMAAK	D-DT-0312		SET 5	SHEET 1	REVISION 5	DATE: 31.01.1995				
		MV RETICULATION STAY ATTACHMENT ANGLES																																					
AUTH: P. CROWDY																																							
DATE: MAY 1996																																							
CHKD: J. SMAN																																							
DATE: MAY 1996																																							
DRWN: P.A. VERMAAK	D-DT-0312		SET 5	SHEET 1	REVISION 5																																		
DATE: 31.01.1995																																							
1	2	3	4 A4L																																				



B	A AND B THIMBLE REMOVED AND RESED	P.A.V.	S. HILL	S. HILL	03/01/2011
T	CONNECTING BETWEEN OF STAY INSULATOR MOUNT	P.A.V.	S. HILL	S. HILL	03/01/2011
B	VALUES IN TABLE FOR 7th STAYS CORRECTED	P.A.V.	S. HILL	S. HILL	03/01/2011
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	AMTD	DATE

Estkom
Distribution

auth: B.BRANFIELD
DATE: 03/01/2011
CHKD: B.BRANFIELD
DATE: 03/01/2011
DRAWN: P.VERMARAK
DATE: 05/11/2011

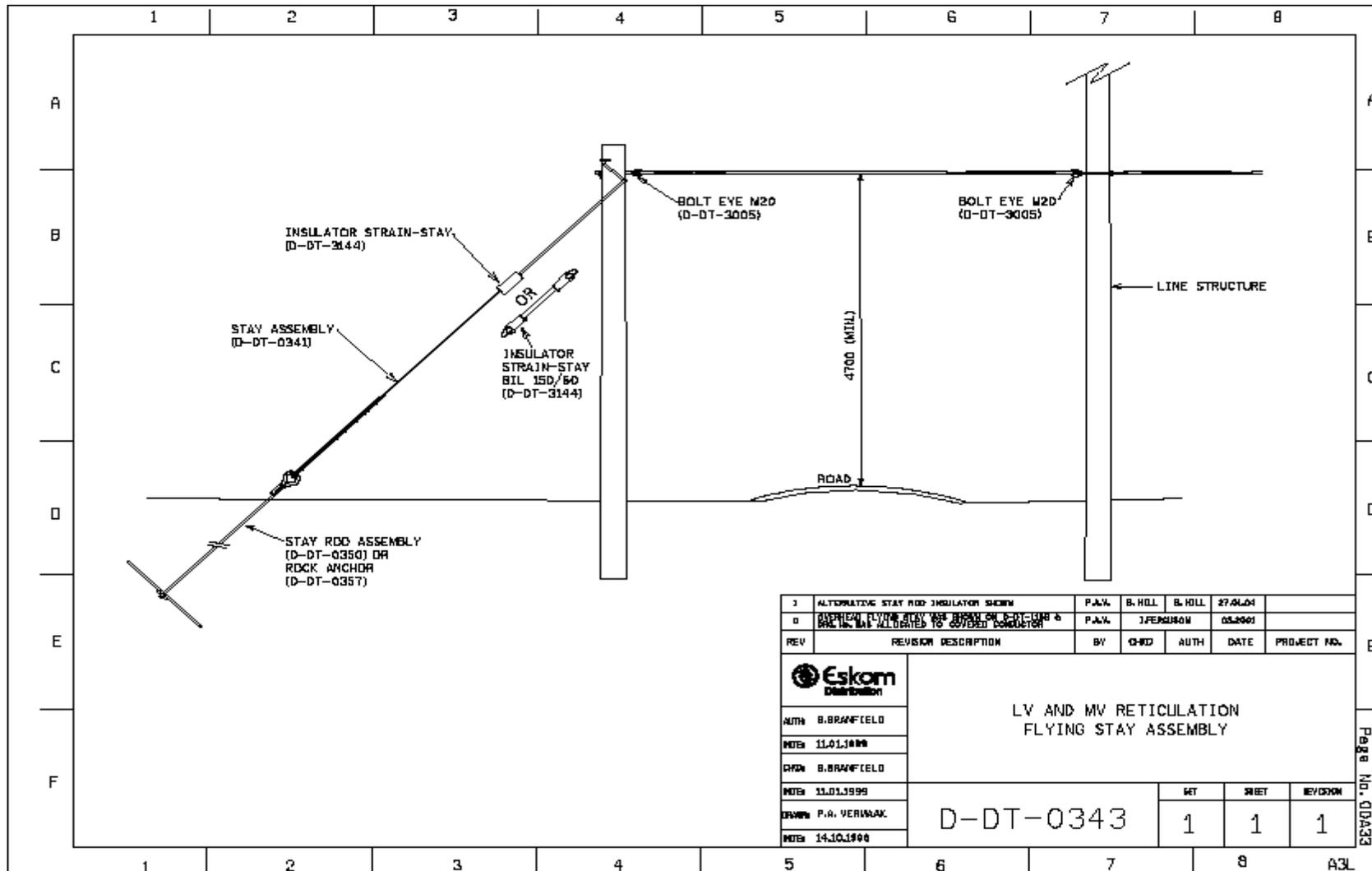
STAY ASSEMBLY
(LV - 35kV)
WOOD/CONCRETE Poles

D-DT-0341

REV	4
-----	---

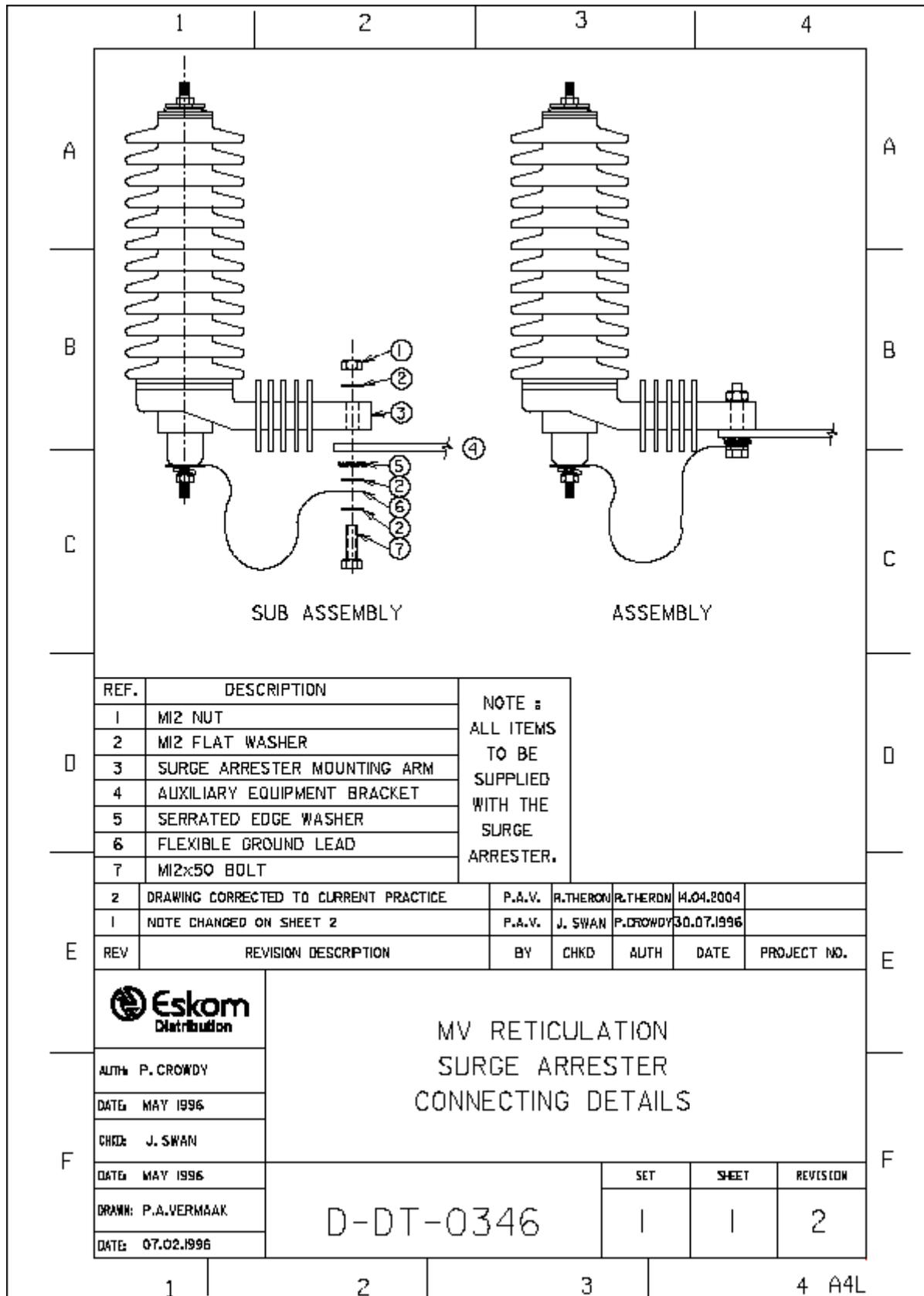
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE REV
 SWER-BF 01 1
 PAGE 121 SUR 214



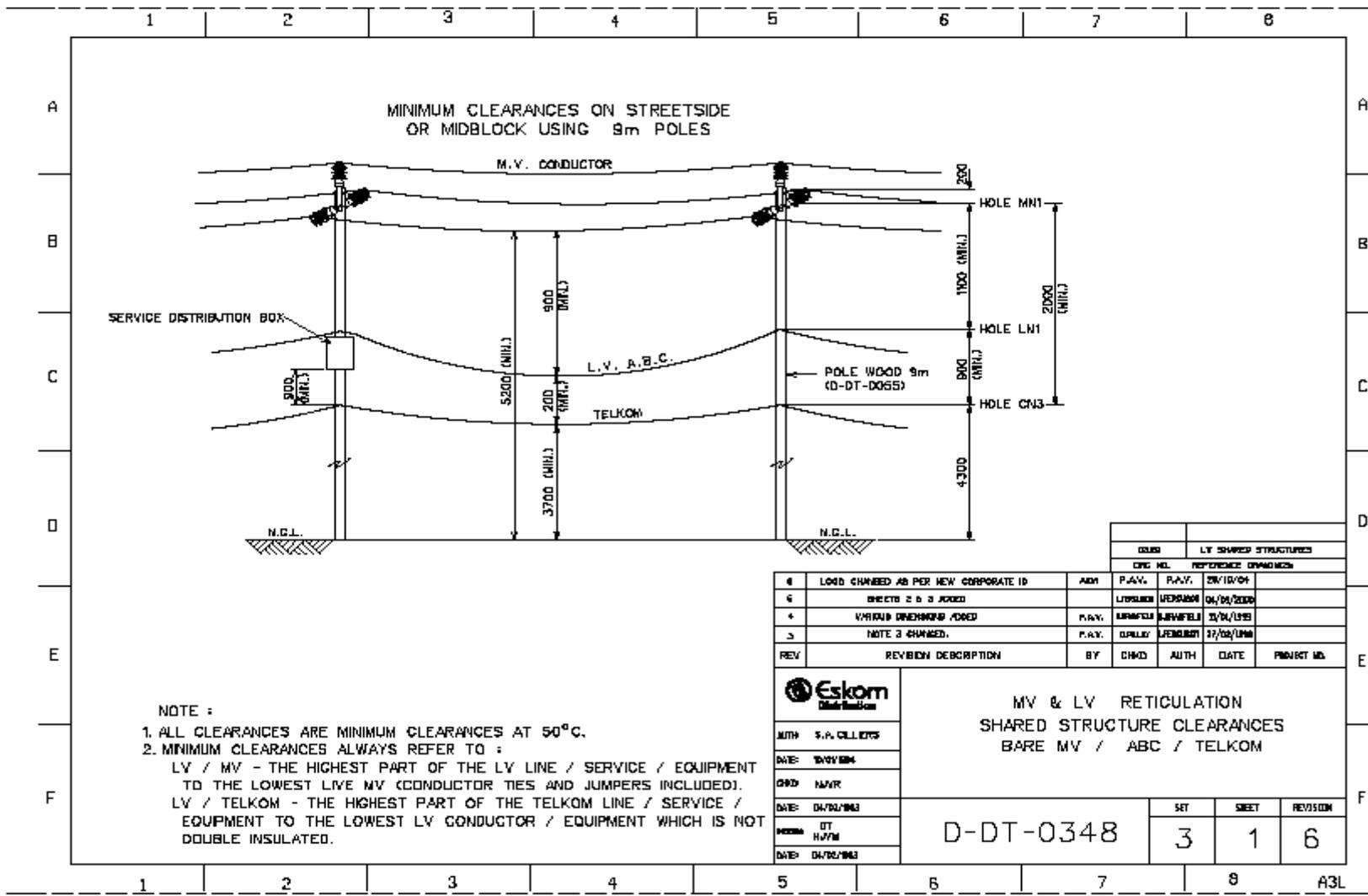
3	ALTERNATIVE STAY ROD INSULATOR SHOWN	P.A.V.	B. HILL	B. HILL	27.01.04	
0	ALTERNATIVE FLYING STAY AND BUSH ON E-DT-0343 & BOLT EYE ATTACHED TO OUTSIDE CONDUCTOR	P.A.V.	J. FERUSION		03.06.01	
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	AUTH	DATE	PROJECT NO.
		LV AND MV RETICULATION FLYING STAY ASSEMBLY				
AUTH	B. BRANFIELD					
DATE	11.01.1999					
CHKD	B. BRANFIELD					
DATE	11.01.1999					
DRWN	P.A. VERWAAL	D-DT-0343		SET	DRET	REV/DRAW
DATE	14.10.1998			1	1	1

Page No. 00A33



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

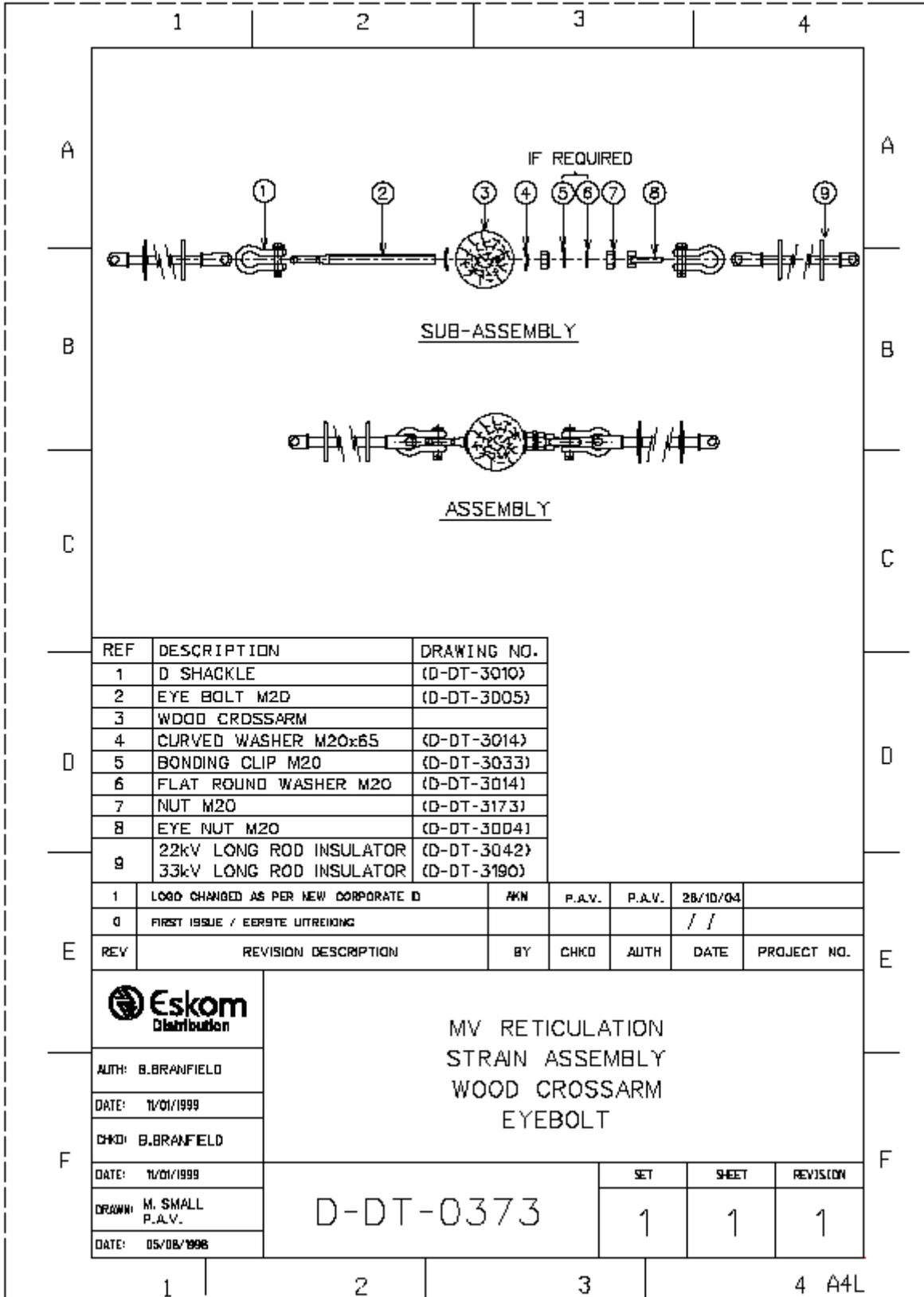
REFERENCE SWER-BF 01
 PAGE 123 SUR 214
 REV 1



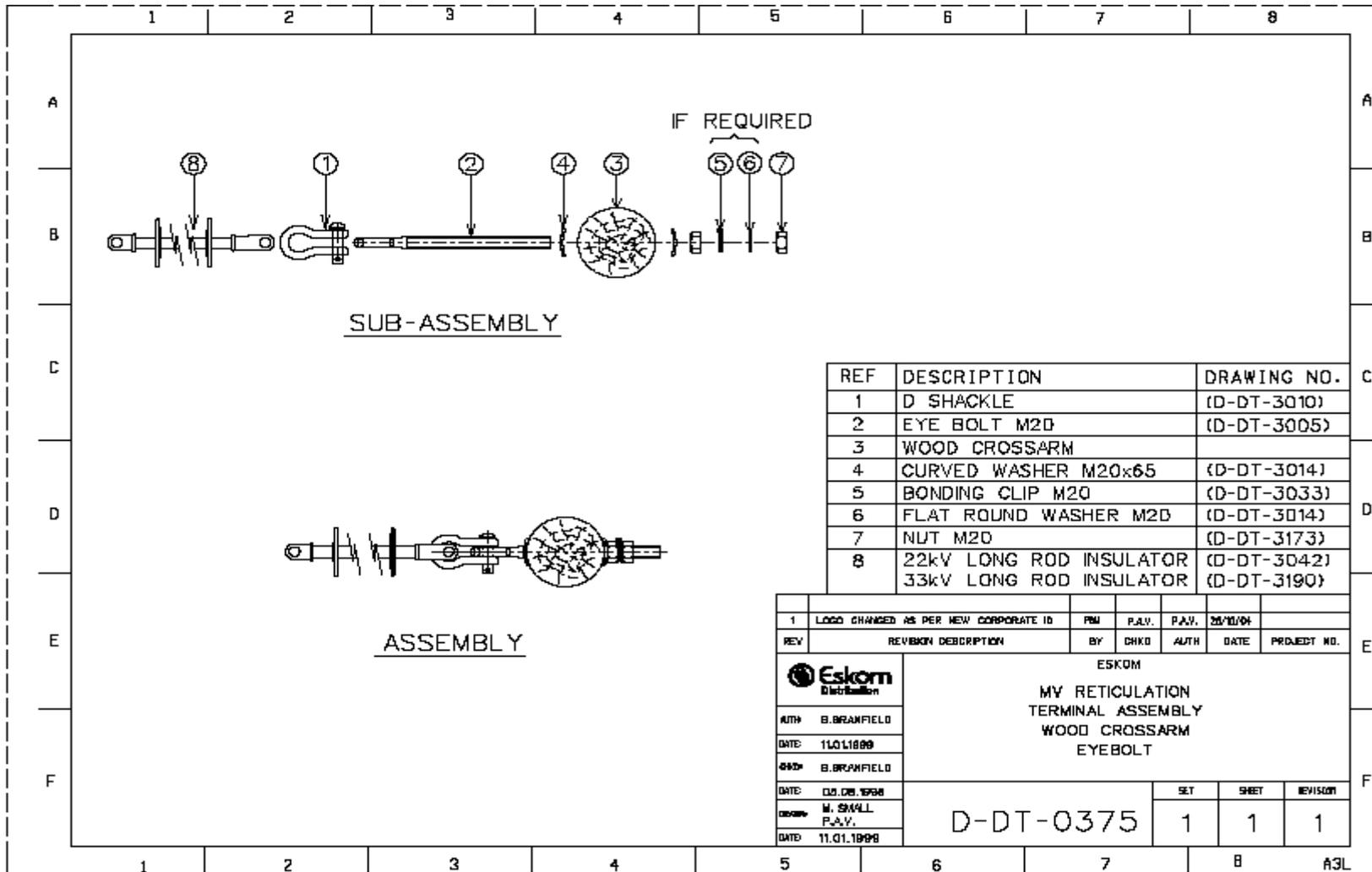
NOTE :
 1. ALL CLEARANCES ARE MINIMUM CLEARANCES AT 50° C.
 2. MINIMUM CLEARANCES ALWAYS REFER TO :
 LV / MV - THE HIGHEST PART OF THE LV LINE / SERVICE / EQUIPMENT TO THE LOWEST LIVE MV (CONDUCTOR TIES AND JUMPERS INCLUDED).
 LV / TELKOM - THE HIGHEST PART OF THE TELKOM LINE / SERVICE / EQUIPMENT TO THE LOWEST LV CONDUCTOR / EQUIPMENT WHICH IS NOT DOUBLE INSULATED.

REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	AUTH	DATE	PROJECT NO.
6	LOAD CHANGED AS PER NEW CORPORATE ID	ADM	P.A.V.	P.A.V.	04/10/2000	
5	DIRECTS 2 & 3 ADDED		LIFOUSSON	LIFOUSSON	04/04/2000	
4	VARIABLE DIMENSIONS ADDED	P.A.V.	BARAFOL	BARAFOL	21/04/1999	
3	NOTE 3 CHANGED.	P.A.V.	OUALLEY	LIFOUSSON	27/02/1998	

Eskom		MV & LV RETICULATION		
S.A. OLLIERS		SHARED STRUCTURE CLEARANCES		
DATE: 10/01/2004		BARE MV / ABC / TELKOM		
CHKD: N.A.V.R		D-DT-0348		
DATE: 04/04/2000		SET	SHEET	REVISION
CHKD: OT HUPPE		3	1	6
DATE: 04/04/2000				

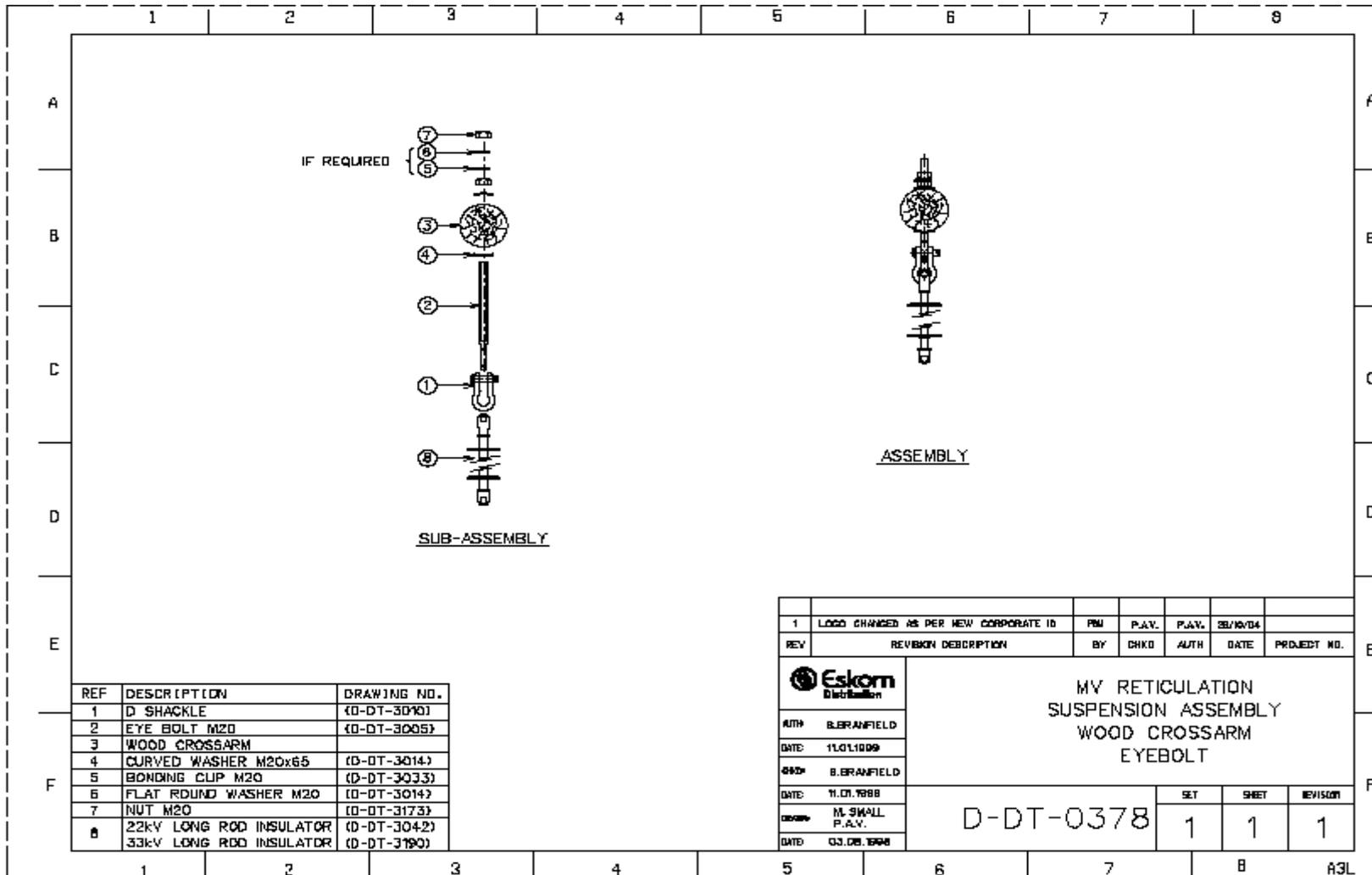


Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 125	SUR 214



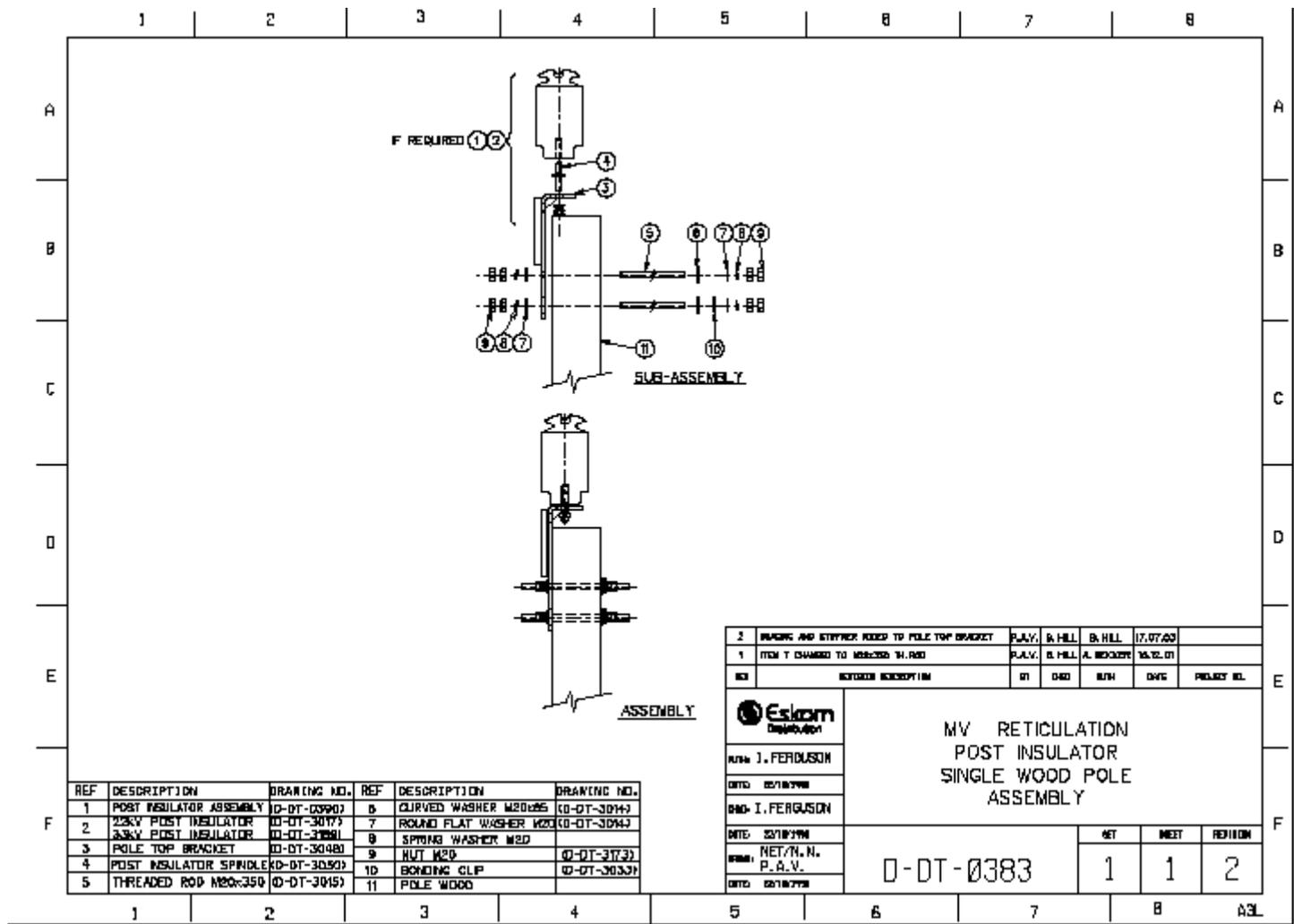
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

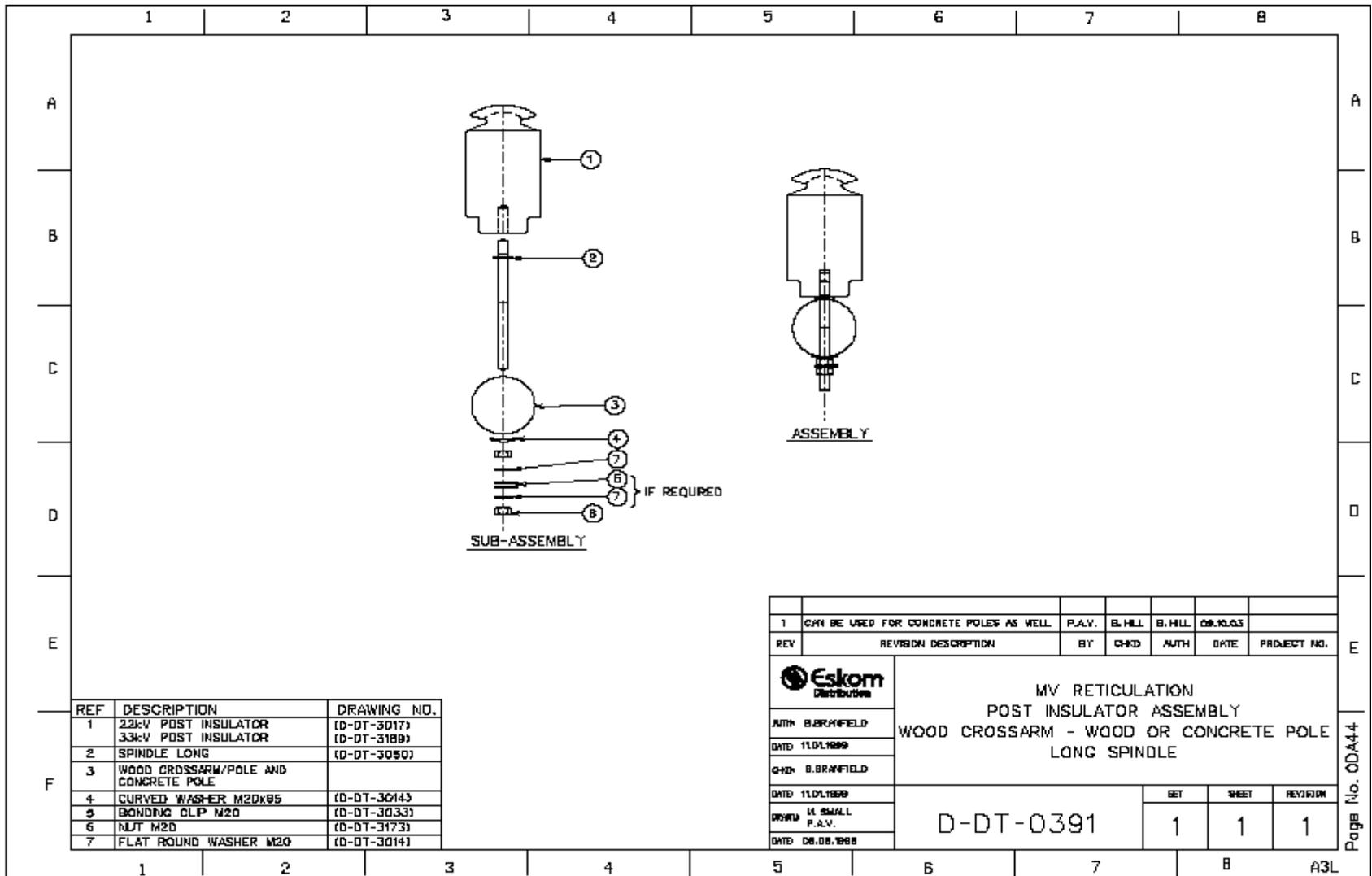
REFERENCE SWER-BF 01
 REV 1
 PAGE 127 SUR 214



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE REV
 SWER-BF 01 1
 PAGE 128 SUR 214





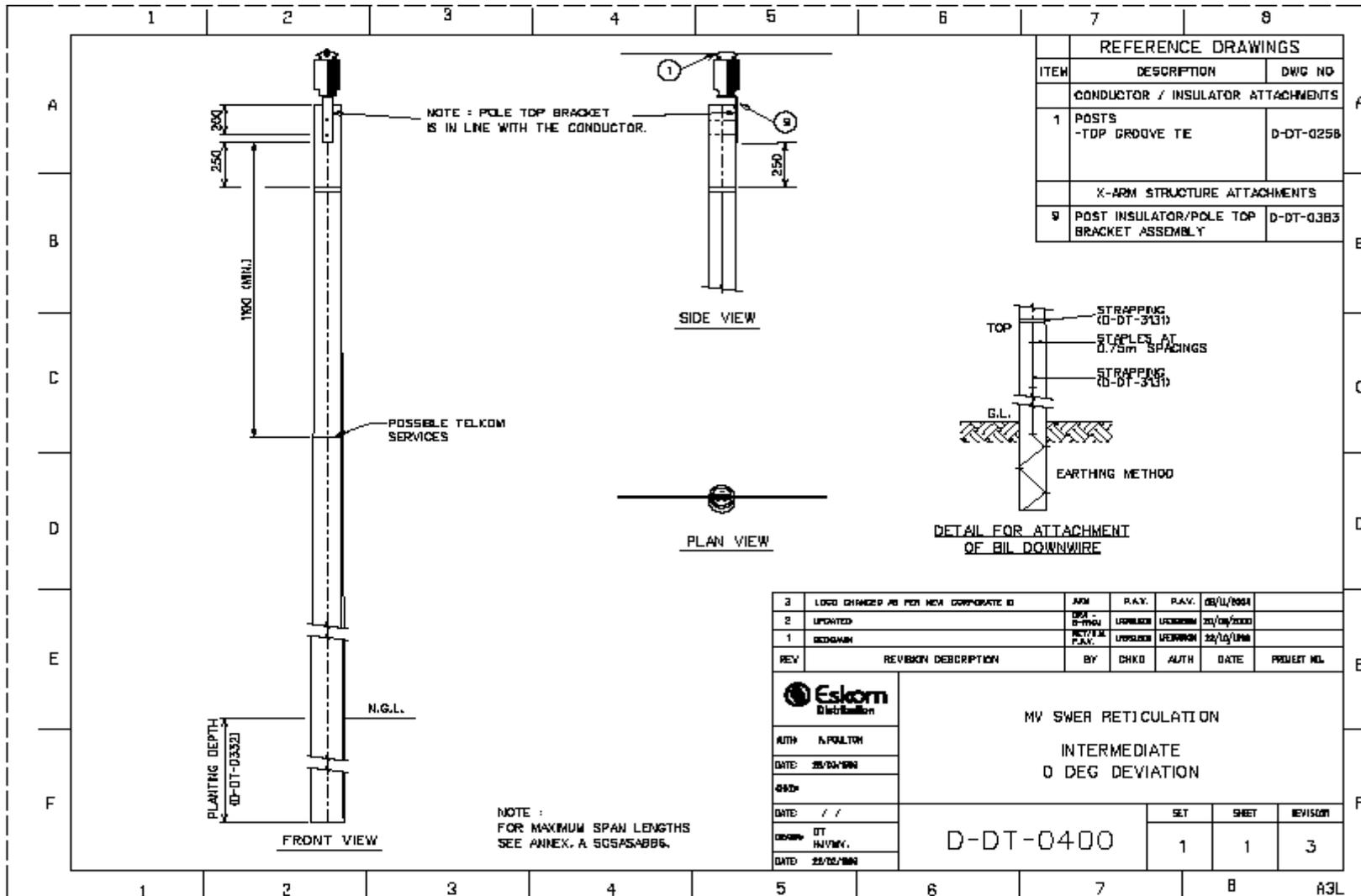
REF	DESCRIPTION	DRAWING NO.
1	22kV POST INSULATOR 33kV POST INSULATOR	ID-DT-3017 ID-DT-3180
2	SPINDLE LONG	ID-DT-3050
3	WOOD CROSSARM/POLE AND CONCRETE POLE	
4	CURVED WASHER M20x95	ID-DT-3014
5	BONDING CLIP M20	ID-DT-3033
6	NUT M20	ID-DT-3173
7	FLAT ROUND WASHER M20	ID-DT-3014

1	CAN BE USED FOR CONCRETE POLES AS WELL.	P.A.V.	B.HILL	B.HILL	08.10.03	
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	AUTH	DATE	PROJECT NO.
		MV RETICULATION POST INSULATOR ASSEMBLY WOOD CROSSARM - WOOD OR CONCRETE POLE LONG SPINDLE				
AUTH: B.BRANFIELD						
DATE: 11.01.1999						
CHKD: B.BRANFIELD						
DATE: 11.01.1999		BET	SHEET	REVISION		
DRAWN: K. SMALL P.A.V. DATE: 08.08.1998		1	1	1		

Page No. ODA44

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

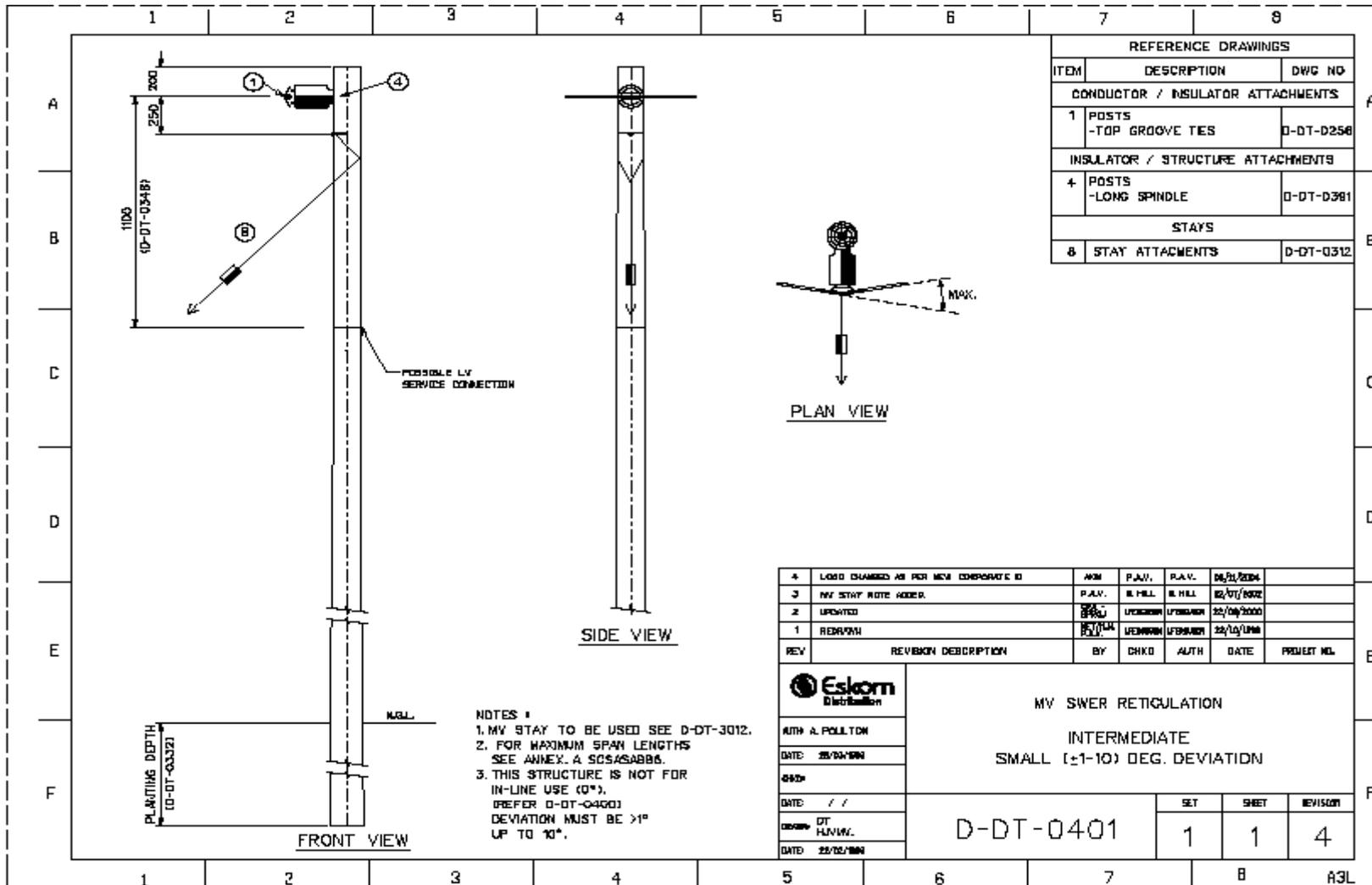
REFERENCE SWER-BF 01
 PAGE 130 SUR 214
 REV 1



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 131	SUR 214

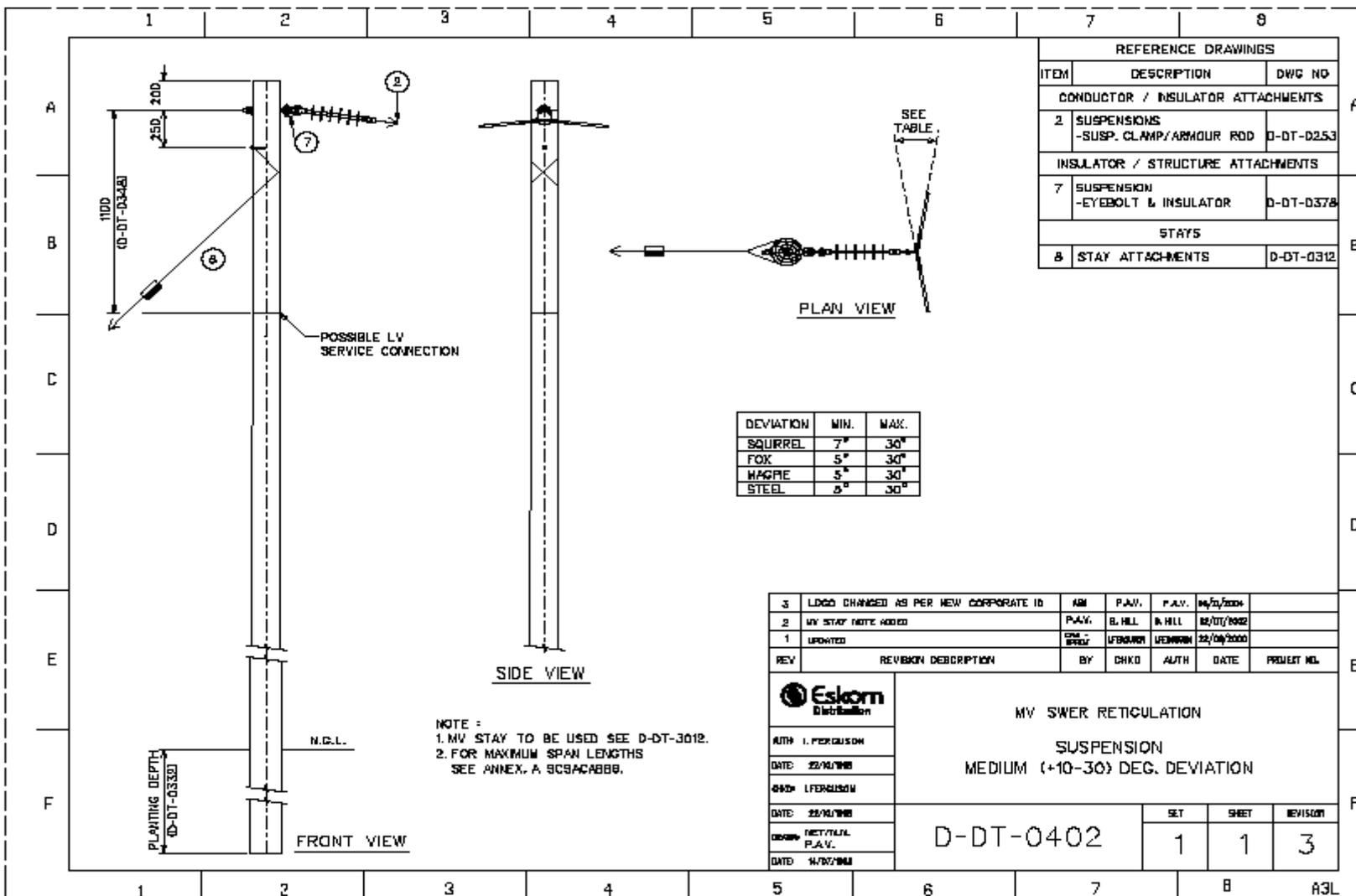
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

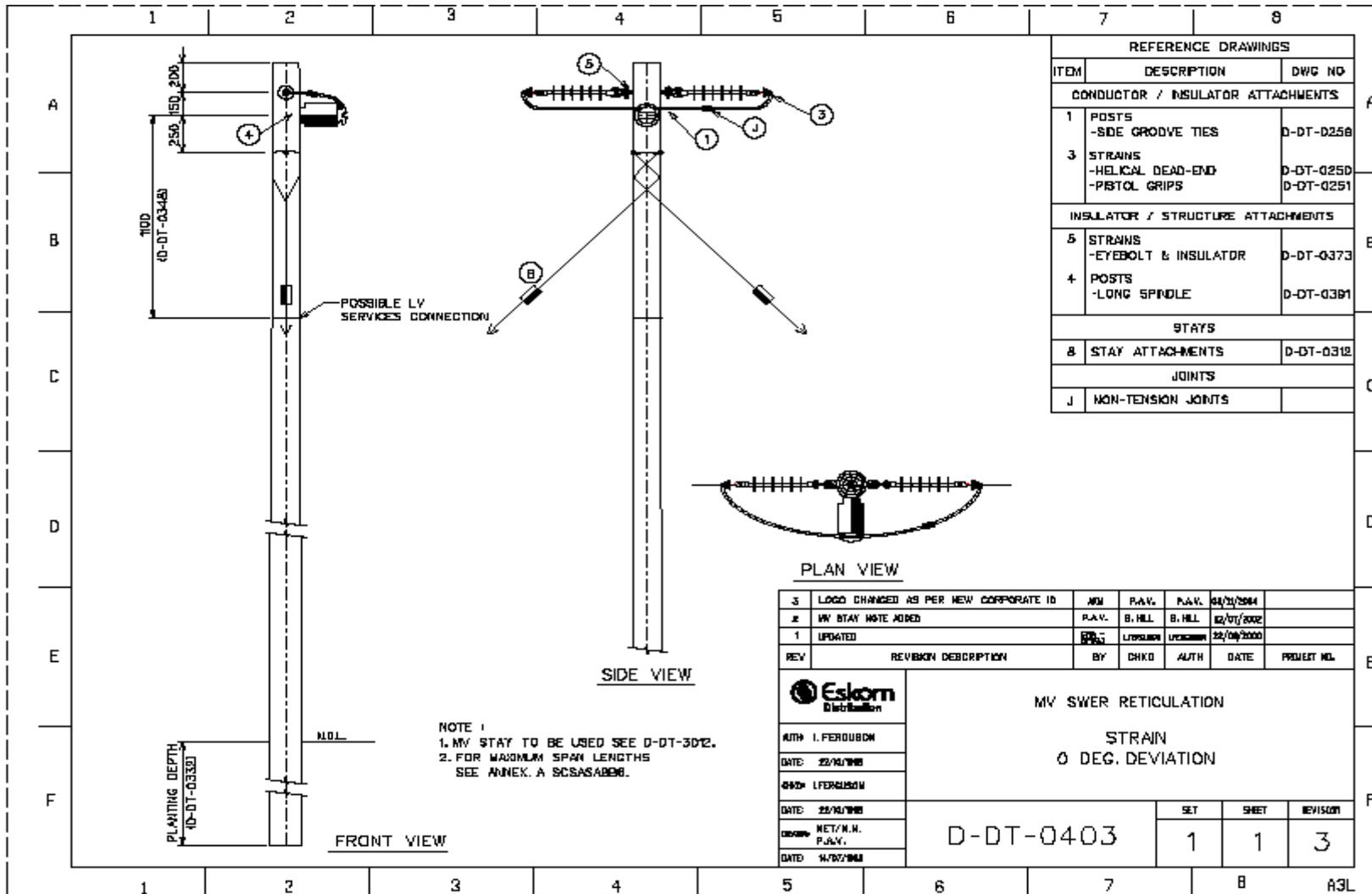
REFERENCE SWER-BF 01
 PAGE 132 SUR 214
 REV 1



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

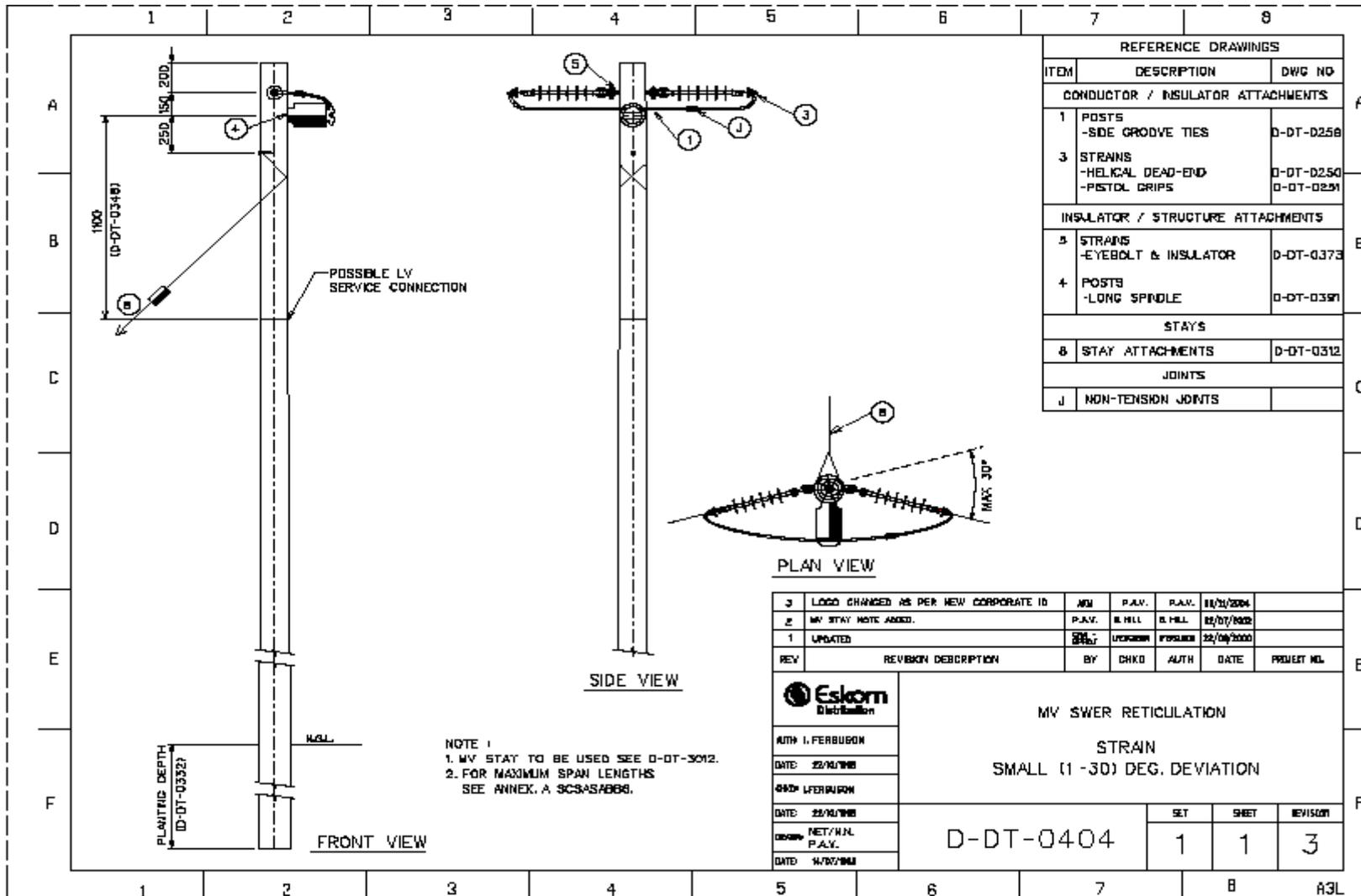
REFERENCE SWER-BF 01
 PAGE 133 SUR 214
 REV 1



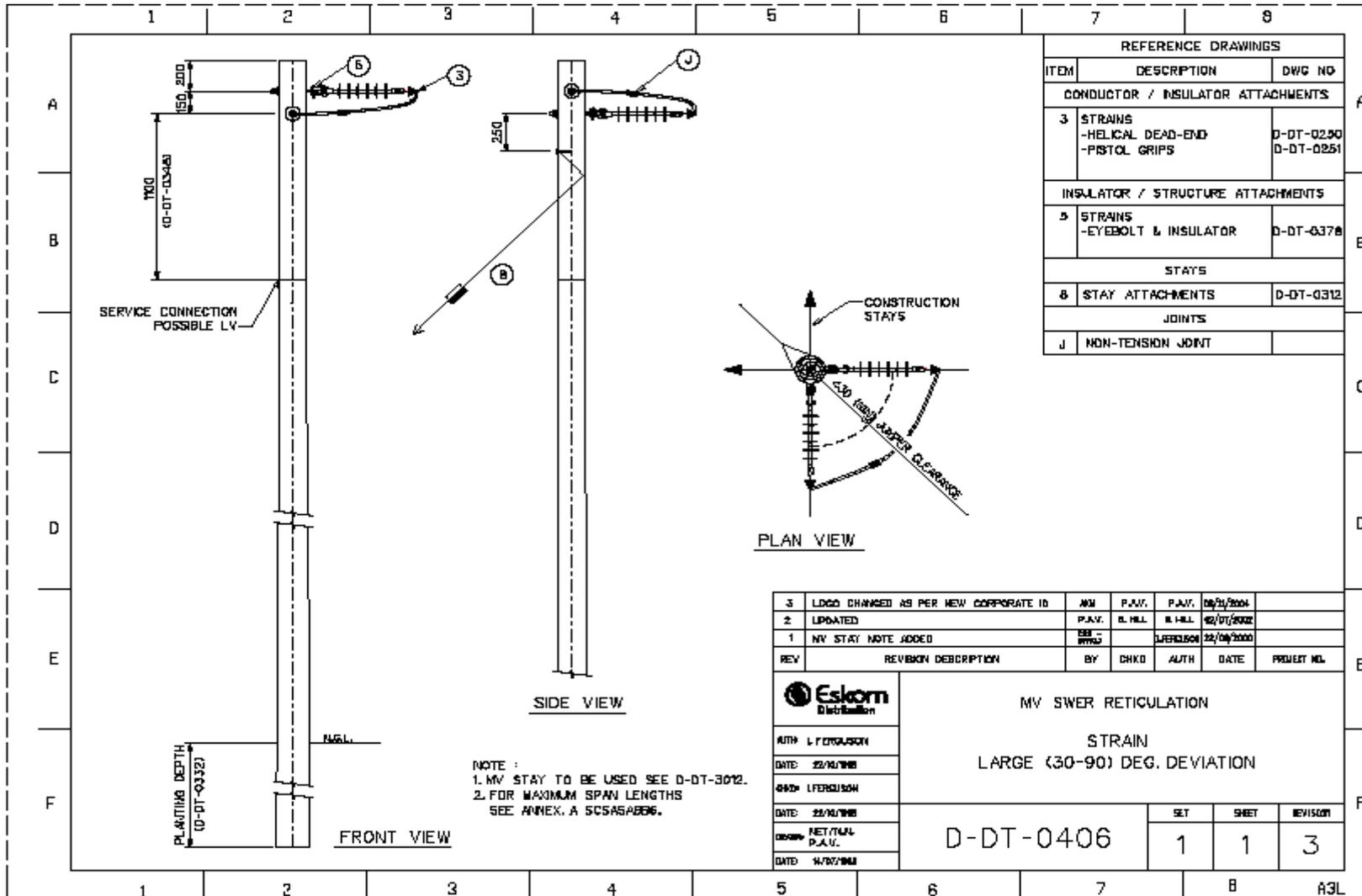


Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE SWER-BF 01
 PAGE 135 SUR 214
 REV 1



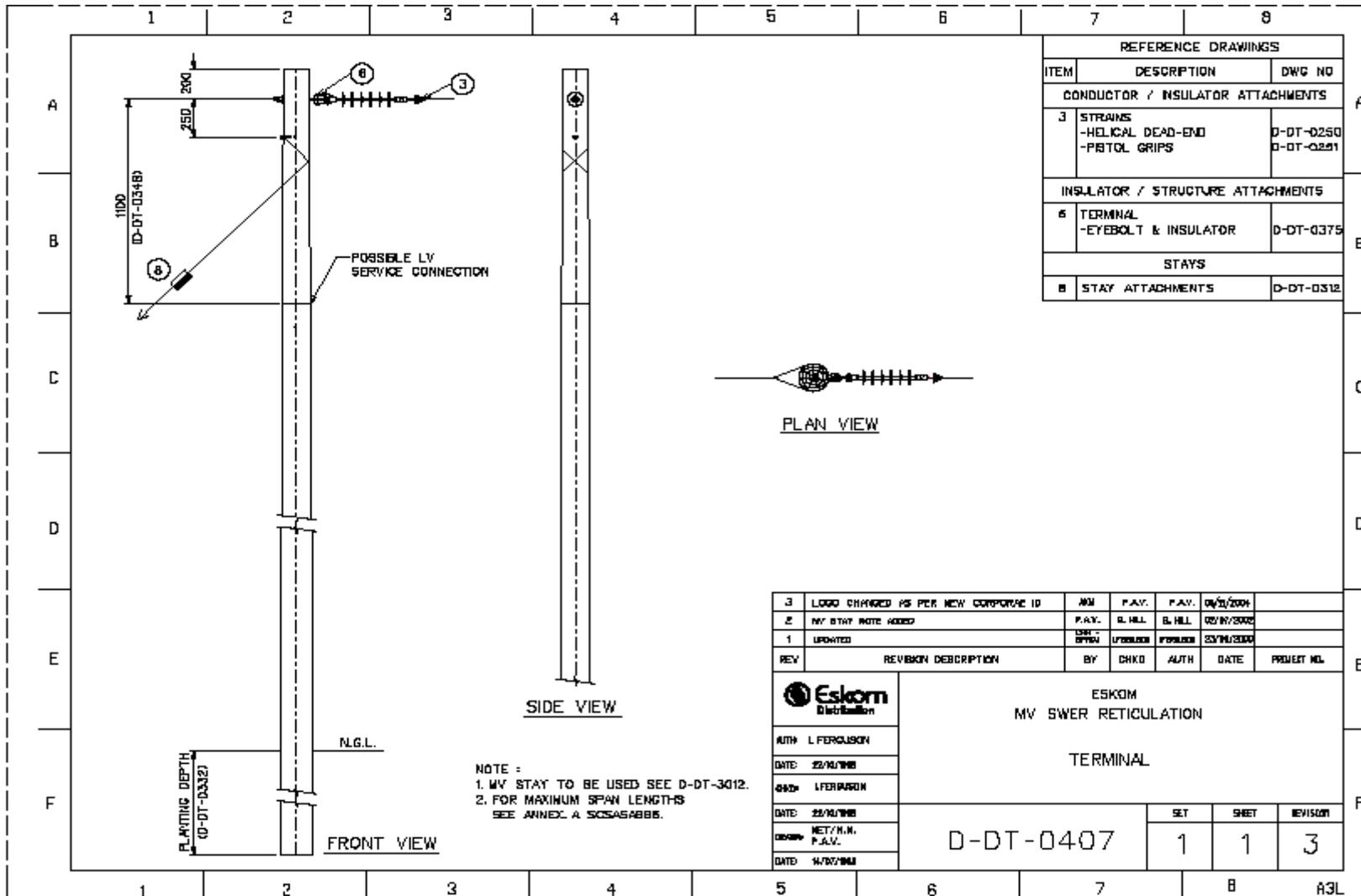
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 136	SUR 214



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 138	SUR 214

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

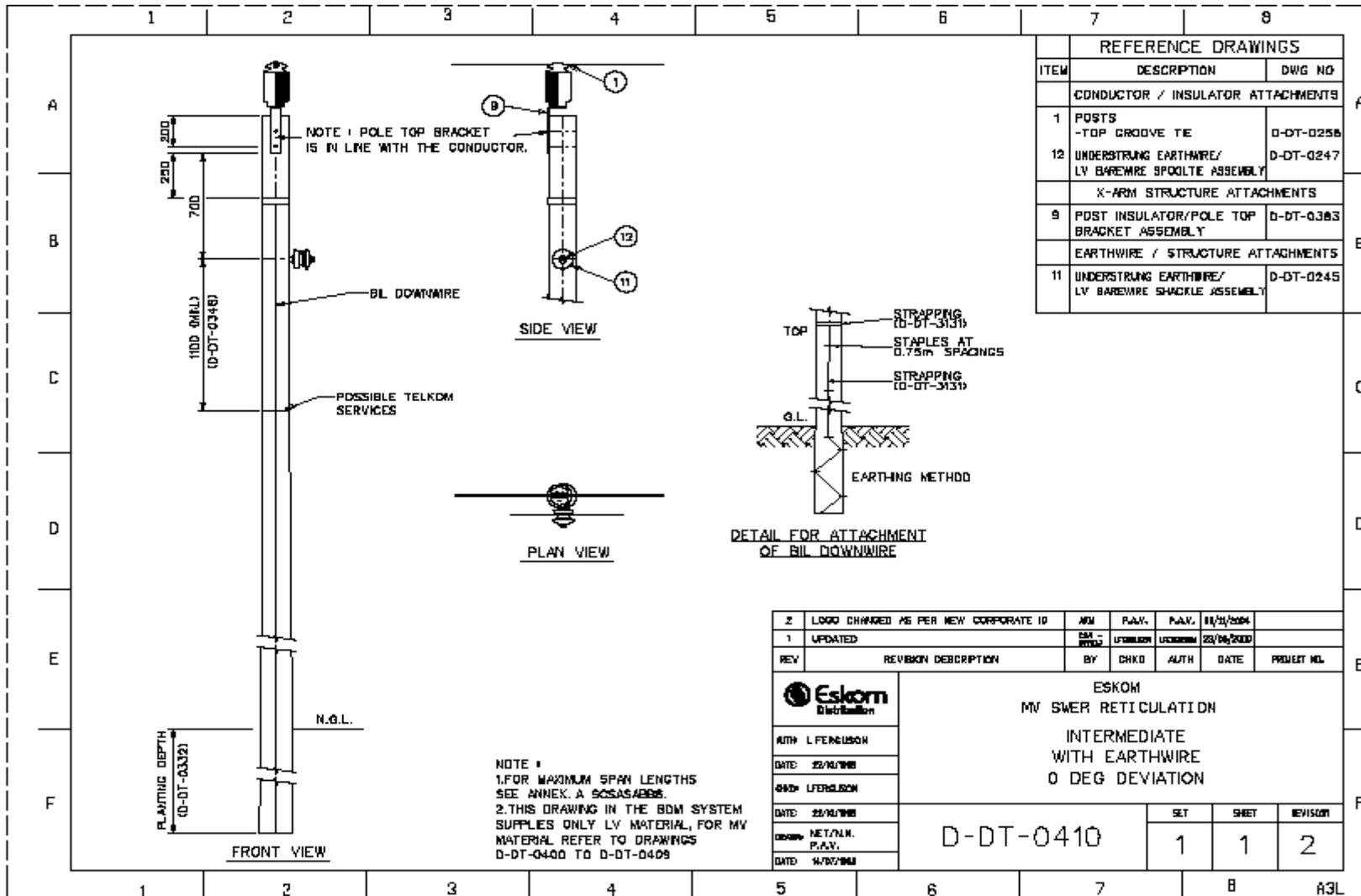
REFERENCE SWER-BF 01
 PAGE 139 SUR 214
 REV 1



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 140	SUR 214

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

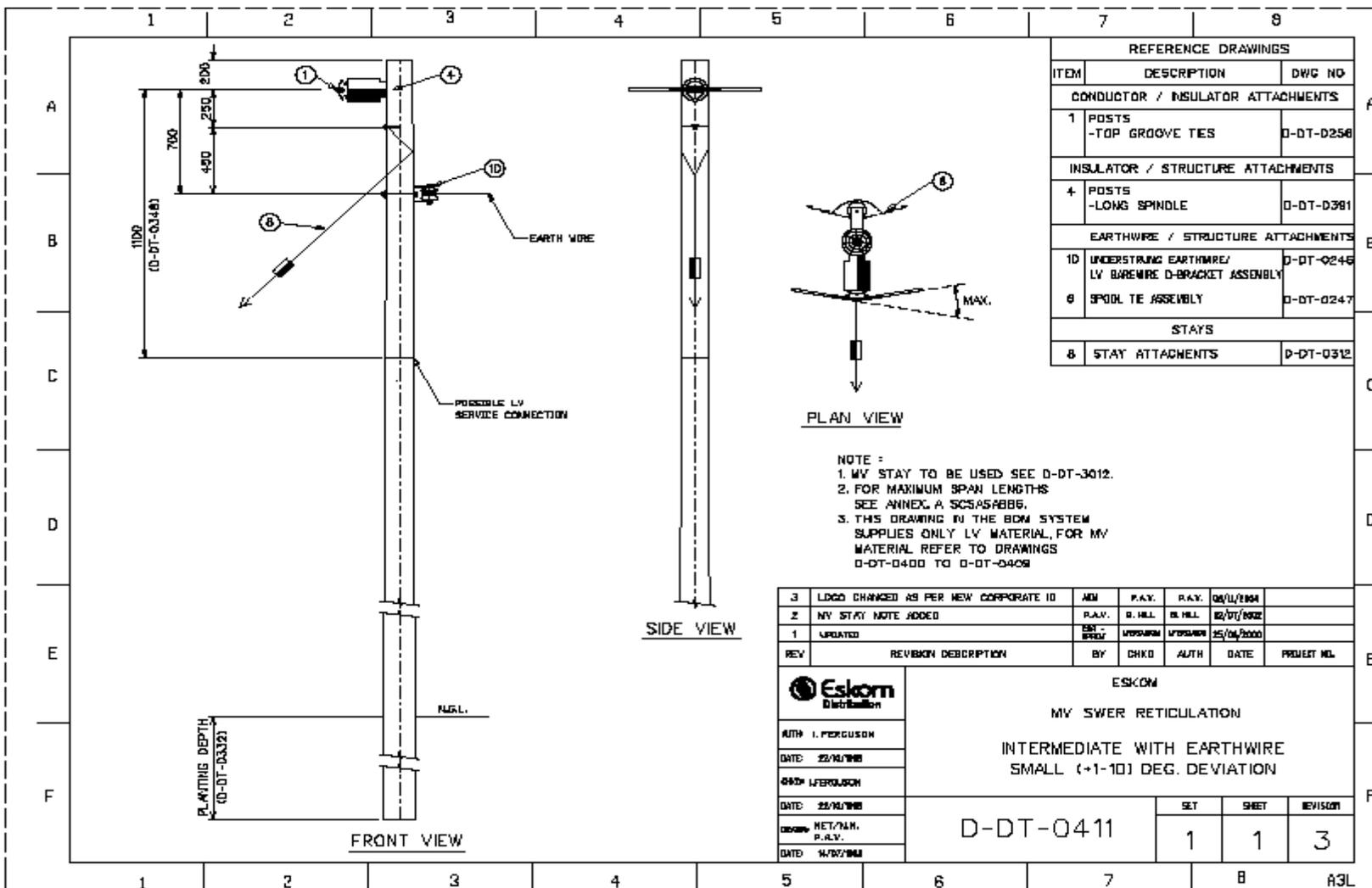
REFERENCE SWER-BF 01
 PAGE 141 SUR 214
 REV 1

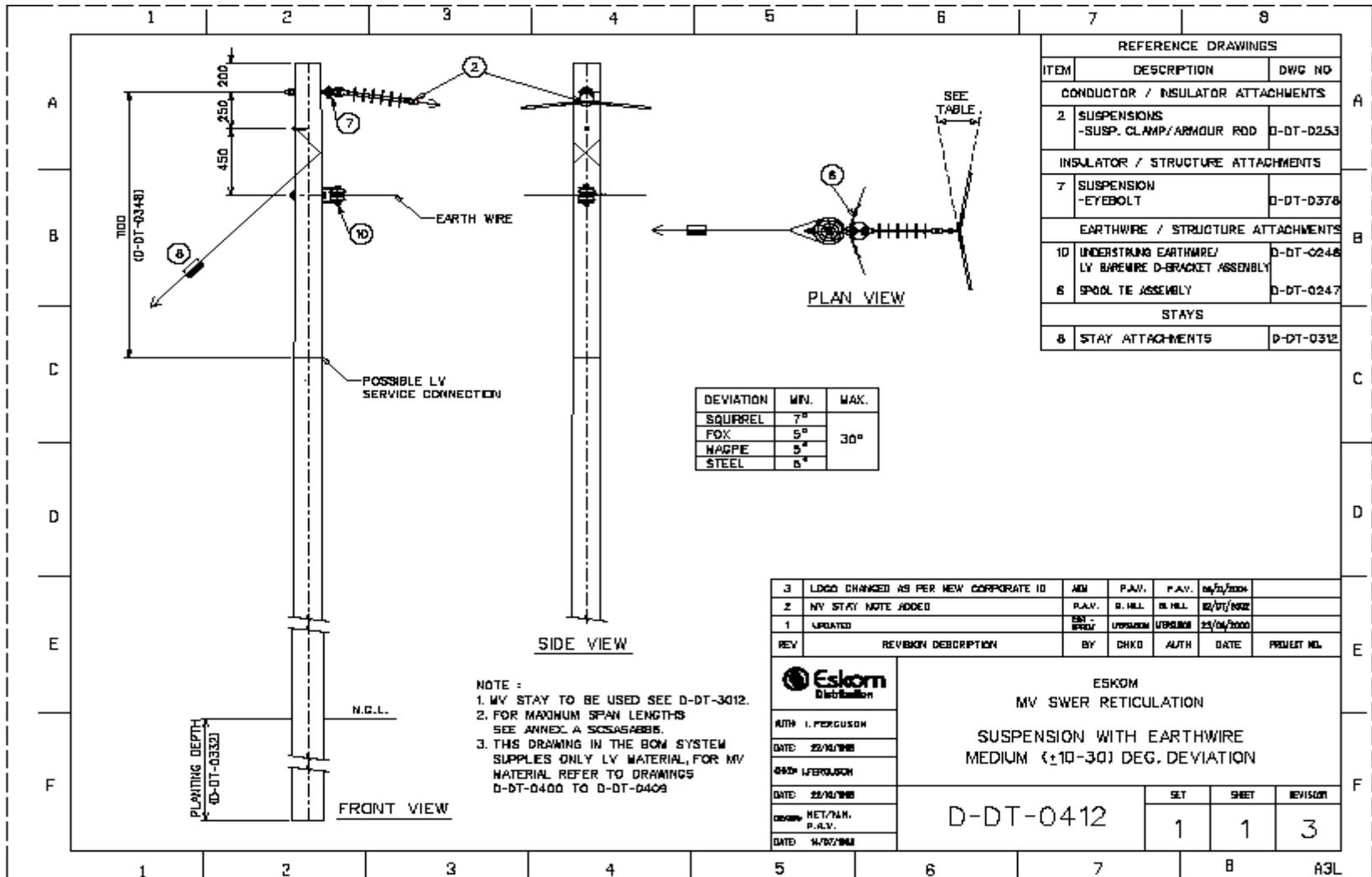


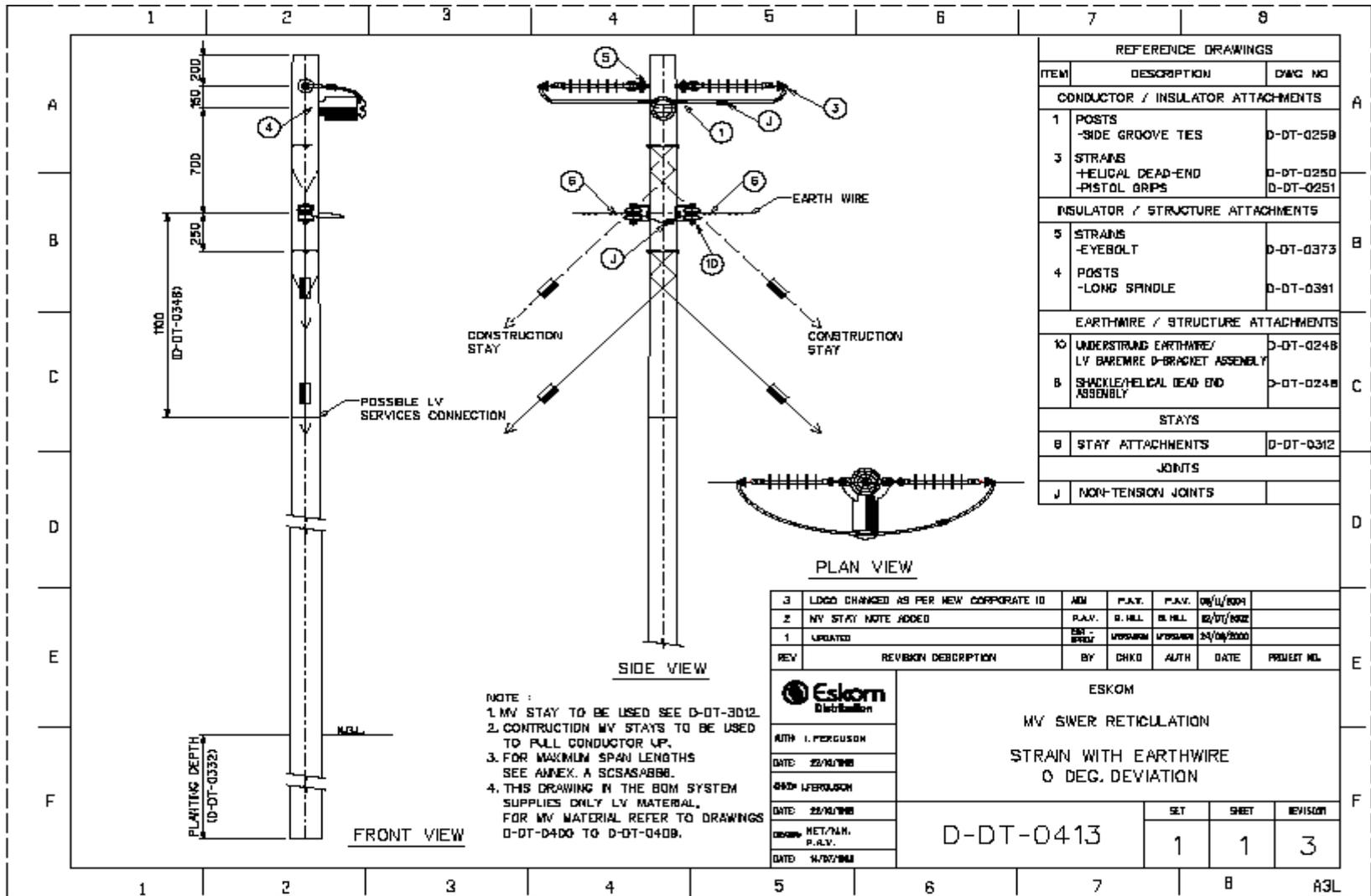
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 142	SUR 214

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

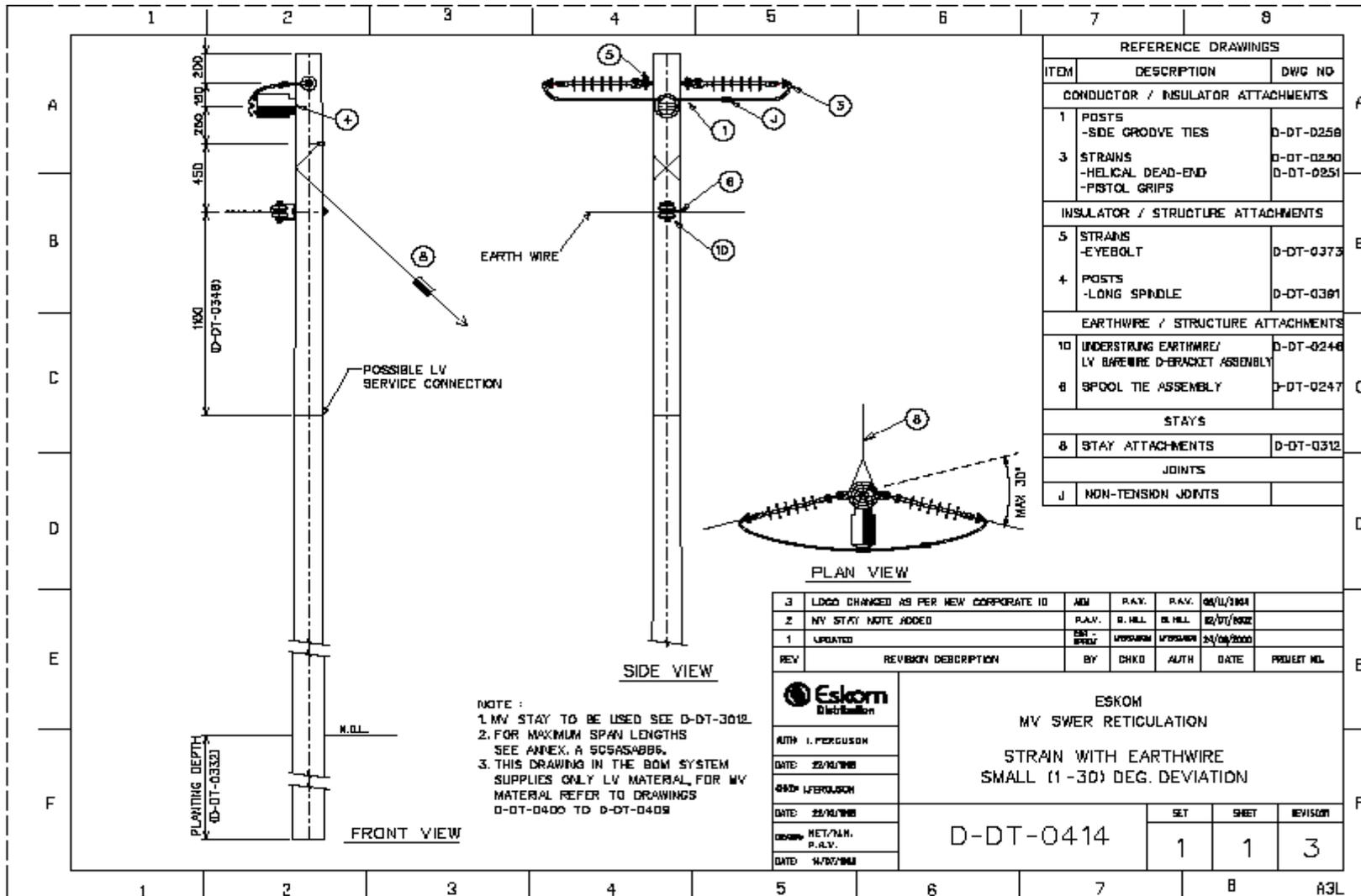
REFERENCE SWER-BF 01
 PAGE 143 SUR 214
 REV 1







Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 146	SUR 214



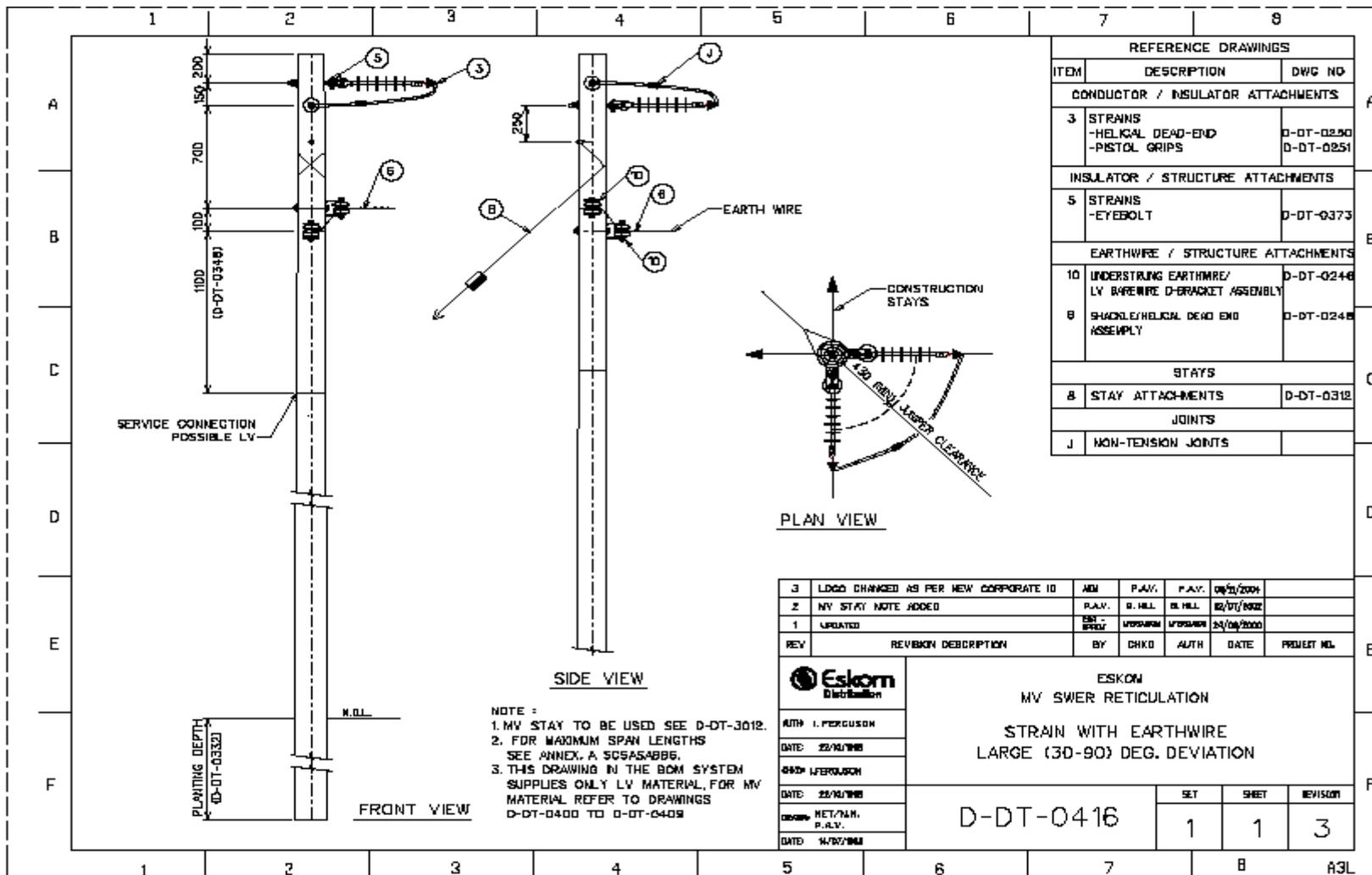
REFERENCE DRAWINGS		
ITEM	DESCRIPTION	DWG NO
CONDUCTOR / INSULATOR ATTACHMENTS		
1	POSTS -SIDE GROOVE TIES	D-DT-0258
3	STRAINS -HELICAL DEAD-END -PISTOL GRIPS	D-DT-0250 D-DT-0251
INSULATOR / STRUCTURE ATTACHMENTS		
5	STRAINS -EYEBOLT	D-DT-0373
4	POSTS -LONG SPINDLE	D-DT-0361
EARTHWIRE / STRUCTURE ATTACHMENTS		
10	UNDERSTRUNG EARTHWIRE/ LV BAREWIRE D-BRACKET ASSEMBLY	D-DT-0246
8	SPOOL TIE ASSEMBLY	D-DT-0247
STAYS		
8	STAY ATTACHMENTS	D-DT-0312
JOINTS		
J	NON-TENSION JOINTS	

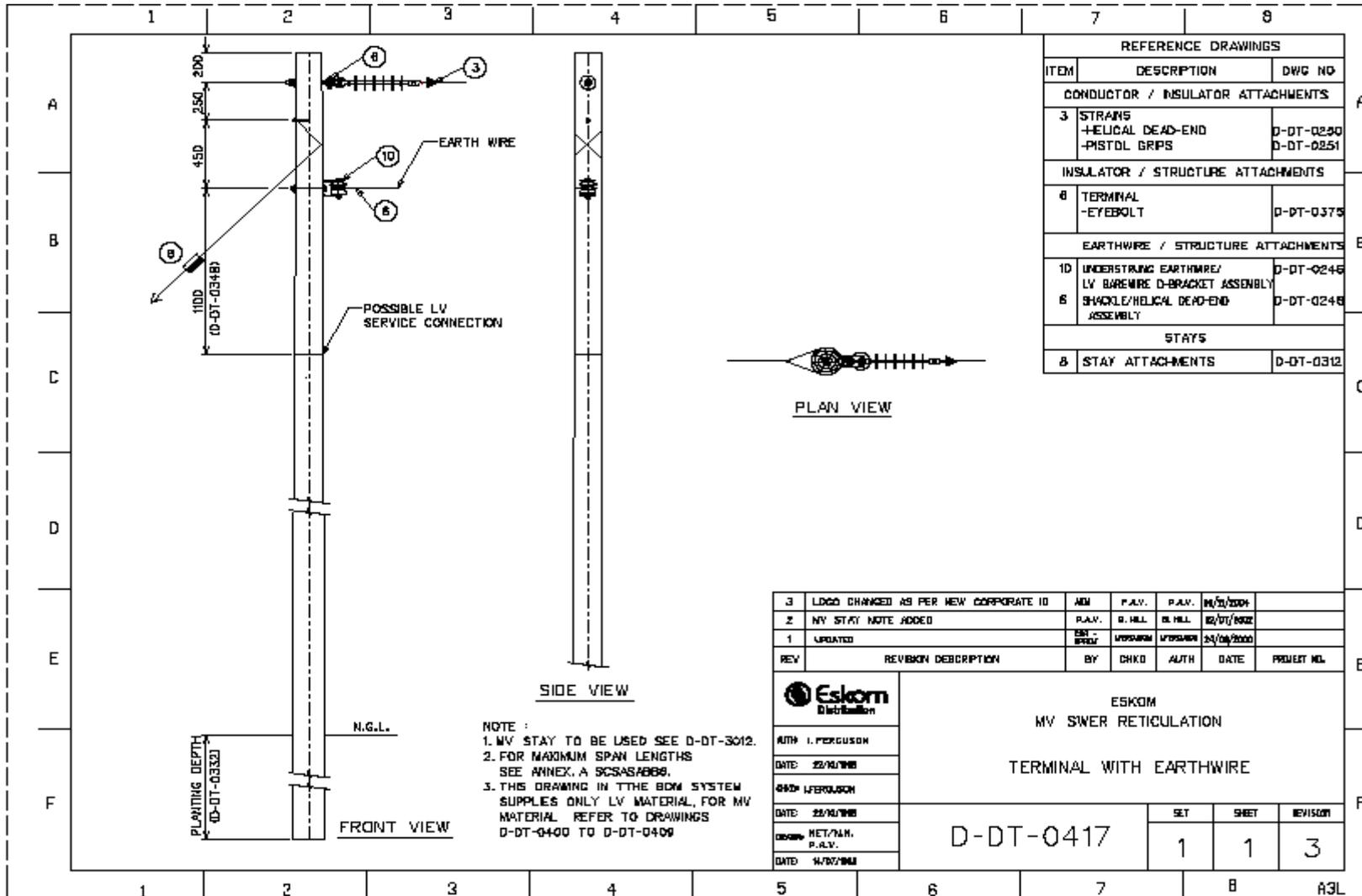
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	AUTH	DATE	PROJECT NO.
3	LOGO CHANGED AS PER NEW CORPORATE ID	NEW	P.A.V.	P.A.V.	06/11/2004	
2	NY STAY NOTE ADDED	P.A.V.	B. HILL	B. HILL	02/07/2002	
1	UPDATED	EST. PROJ.	M. P. S. / M. P. S.	M. P. S. / M. P. S.	24/08/2000	

ESKOM
 ESKOM
 MV SWER RETICULATION
 STRAIN WITH EARTHWIRE
 SMALL (1-30) DEG. DEVIATION

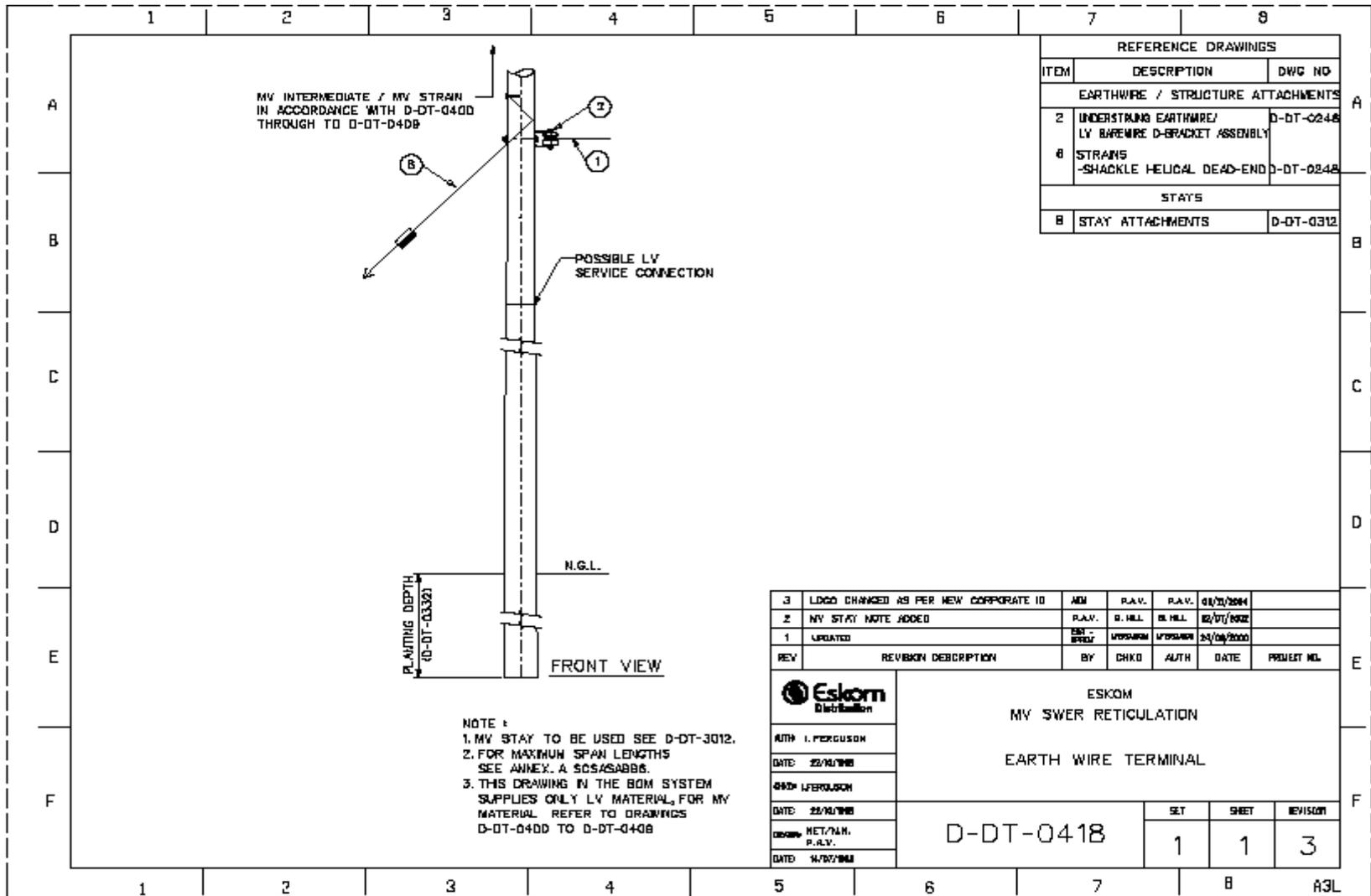
D-DT-0414

SET	SHEET	REVISION
1	1	3





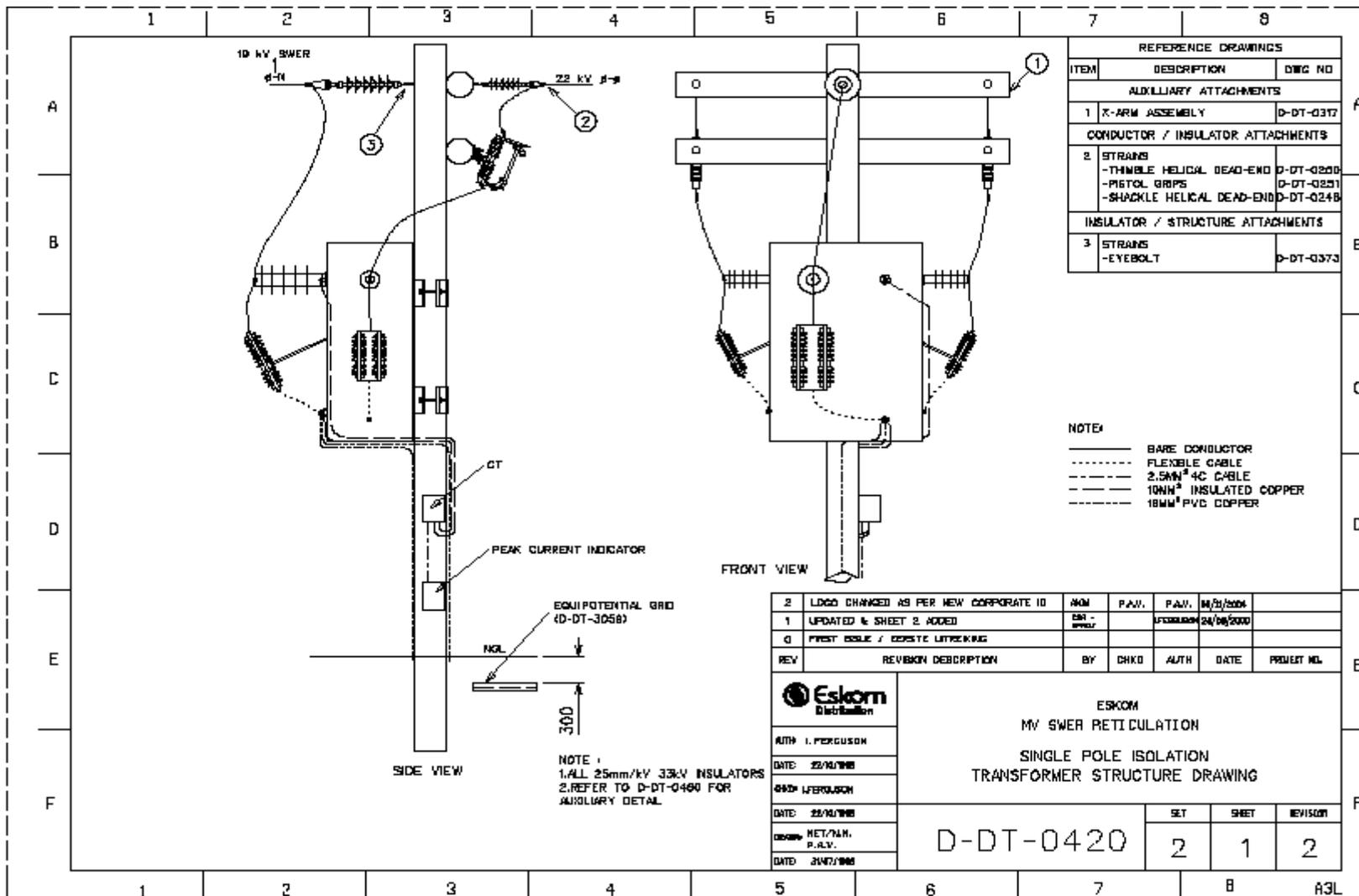
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 150	SUR 214



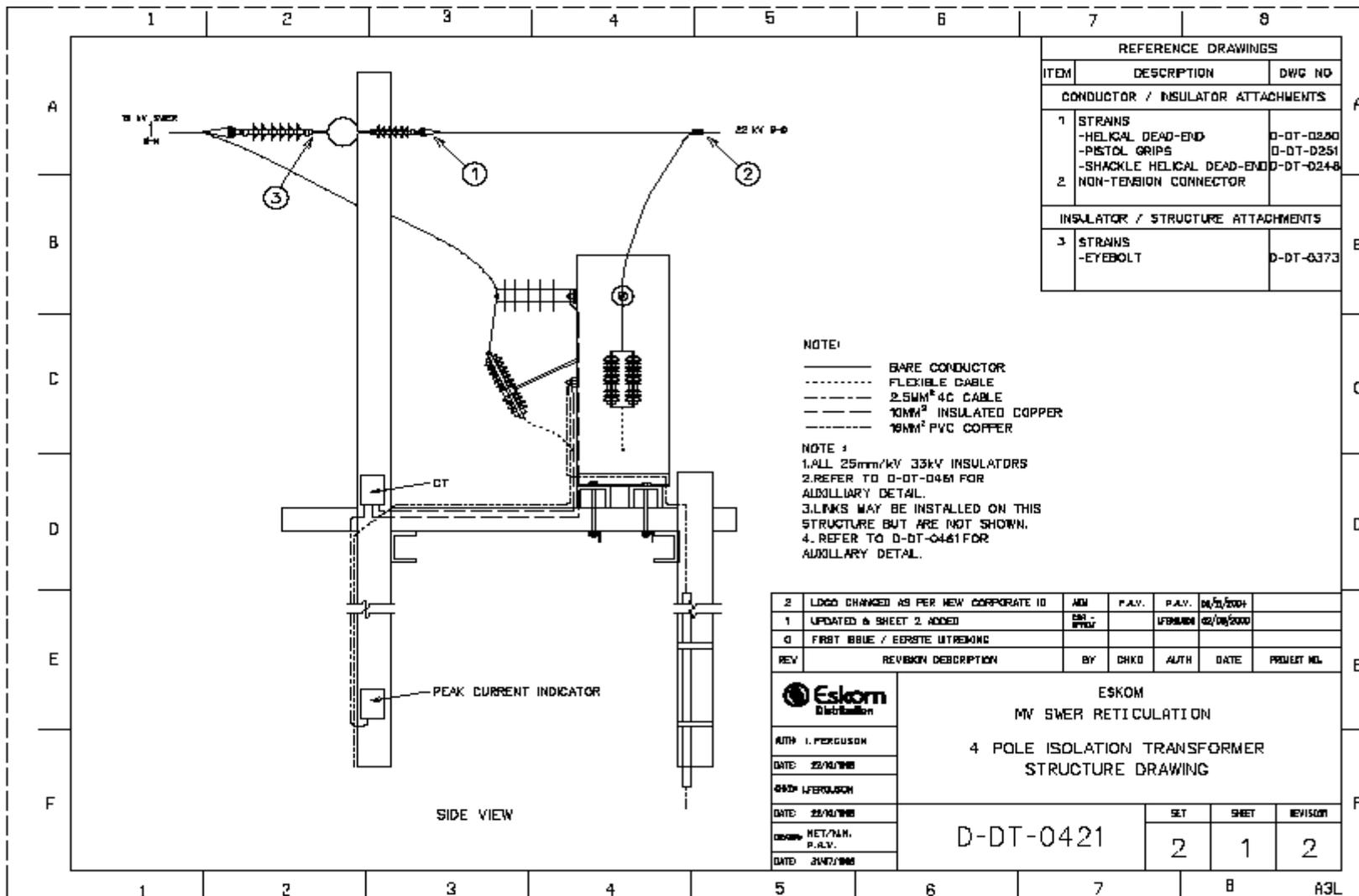
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 152	SUR 214

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

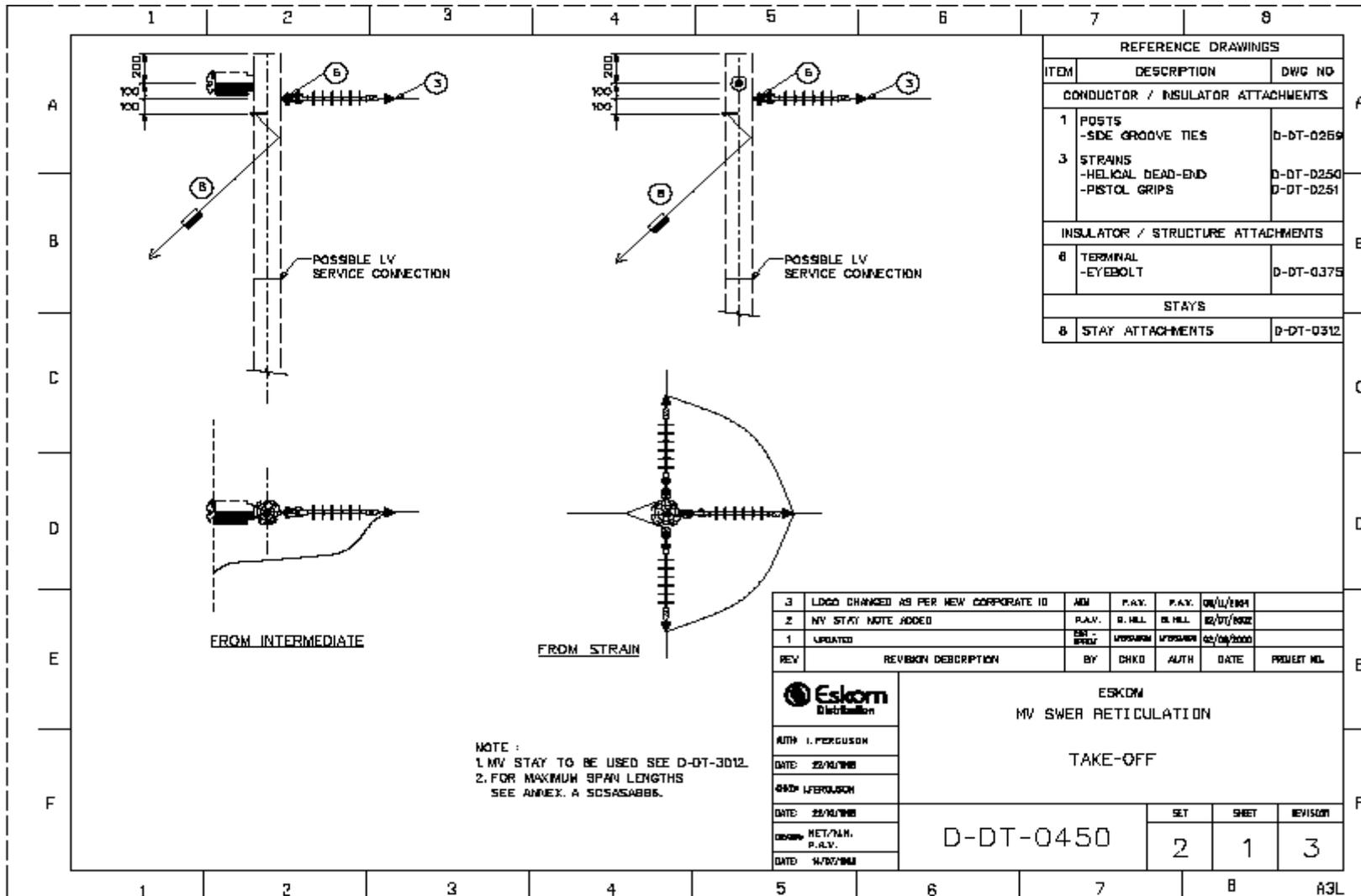
REFERENCE SWER-BF 01
 PAGE 153 SUR 214
 REV 1



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 154	SUR 214



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 156	SUR 214

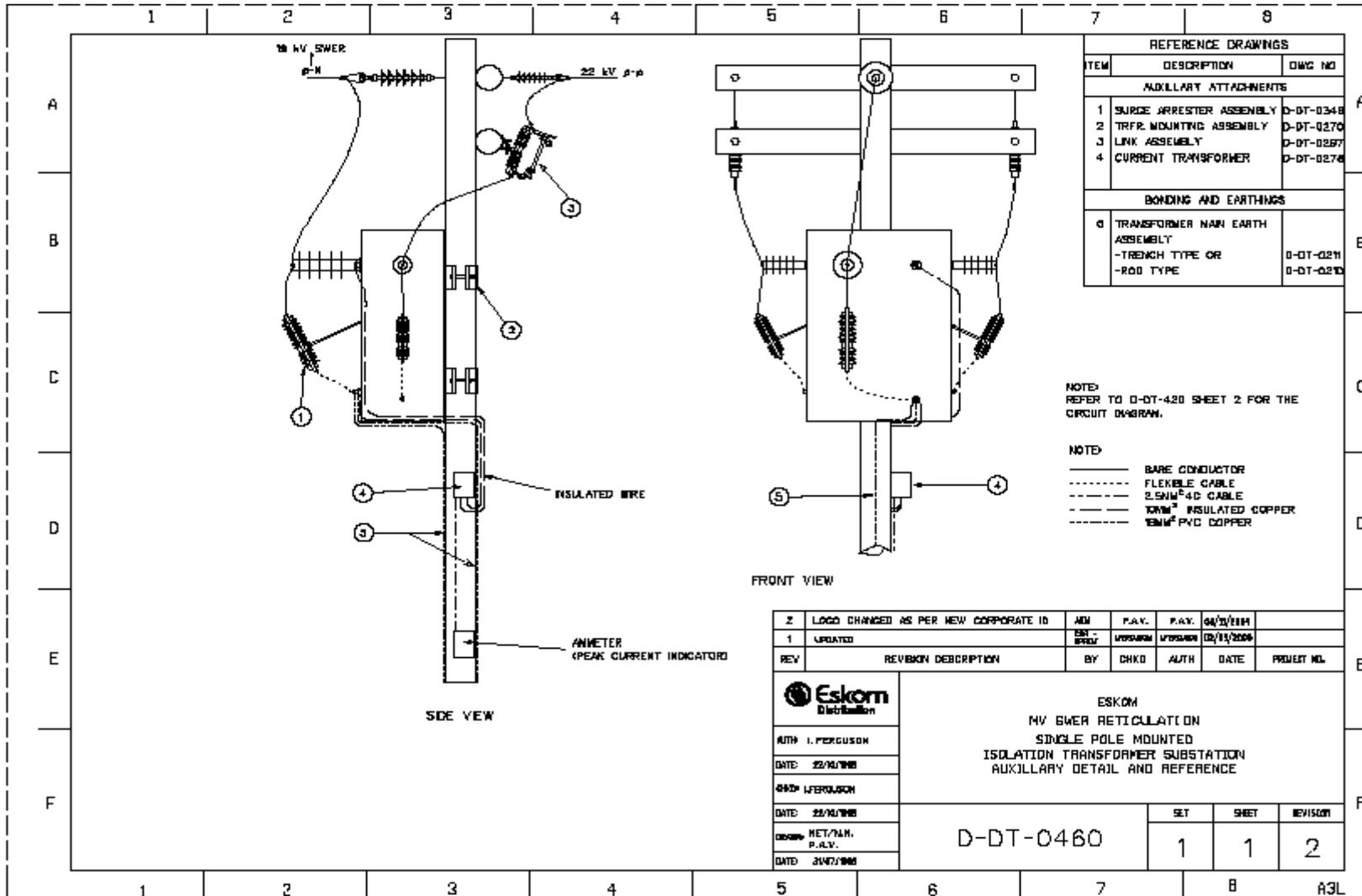


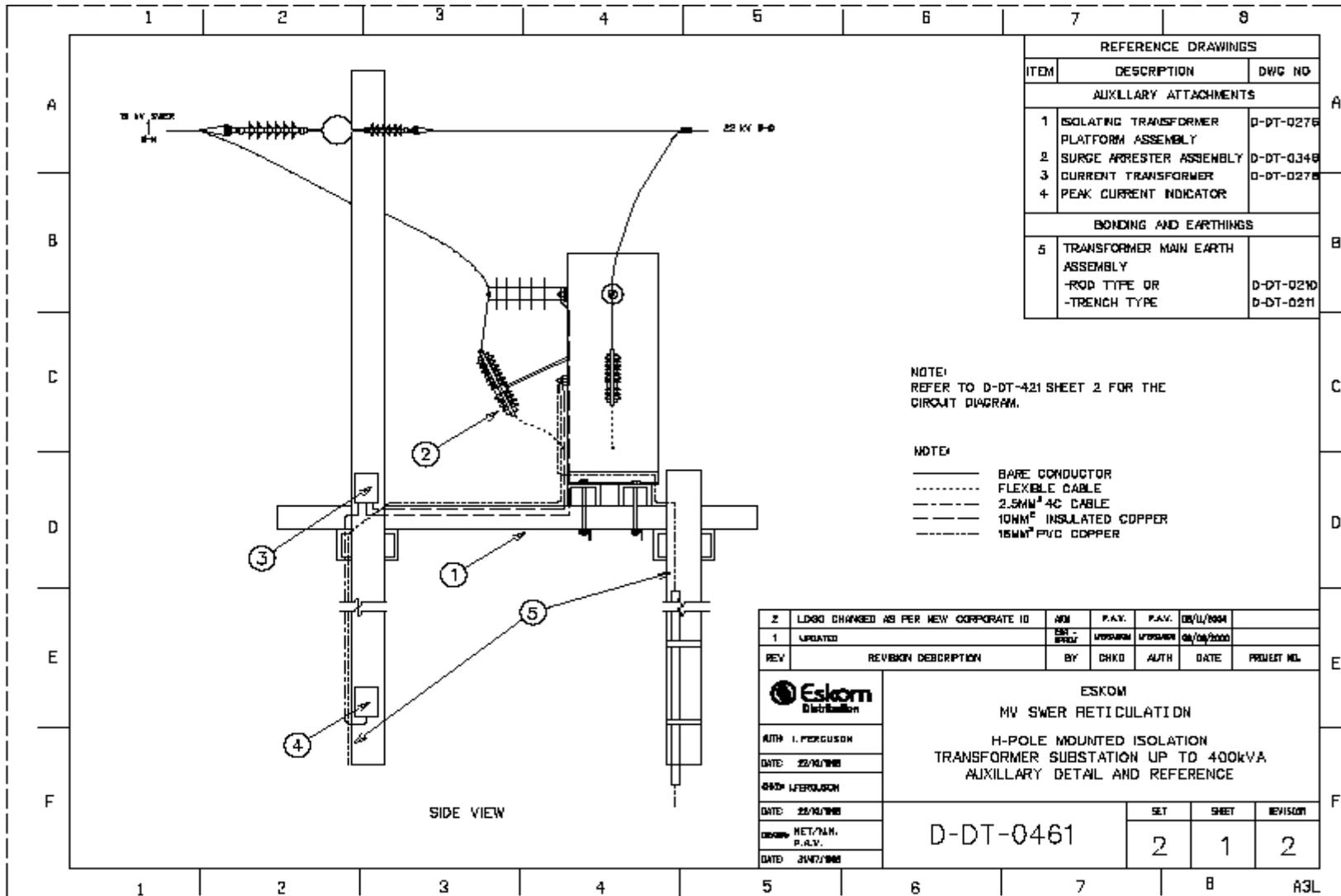
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 158	SUR 214

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 159	SUR 214

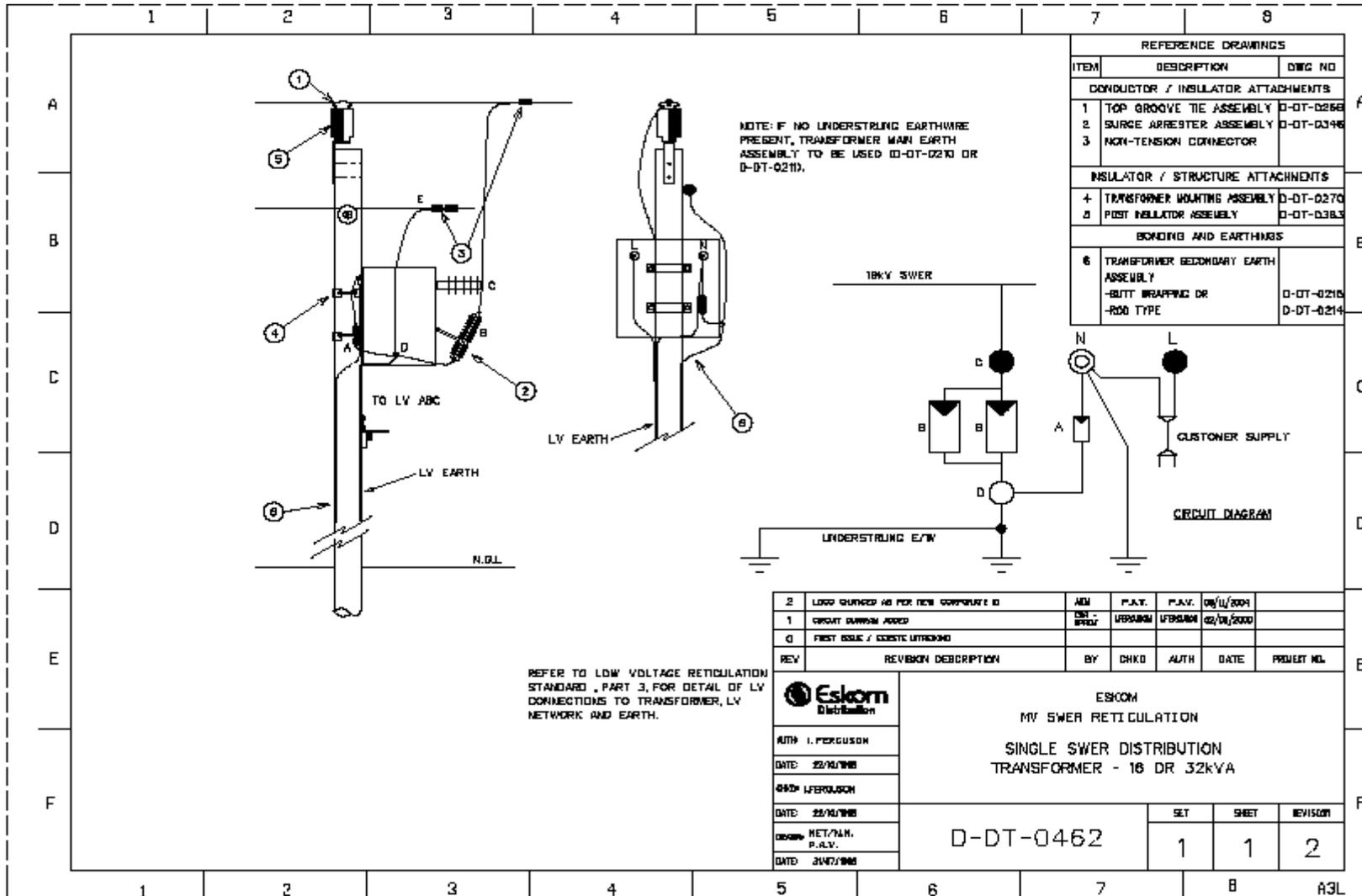
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE SWER-BF 01
 PAGE 160 SUR 214
 REV 1





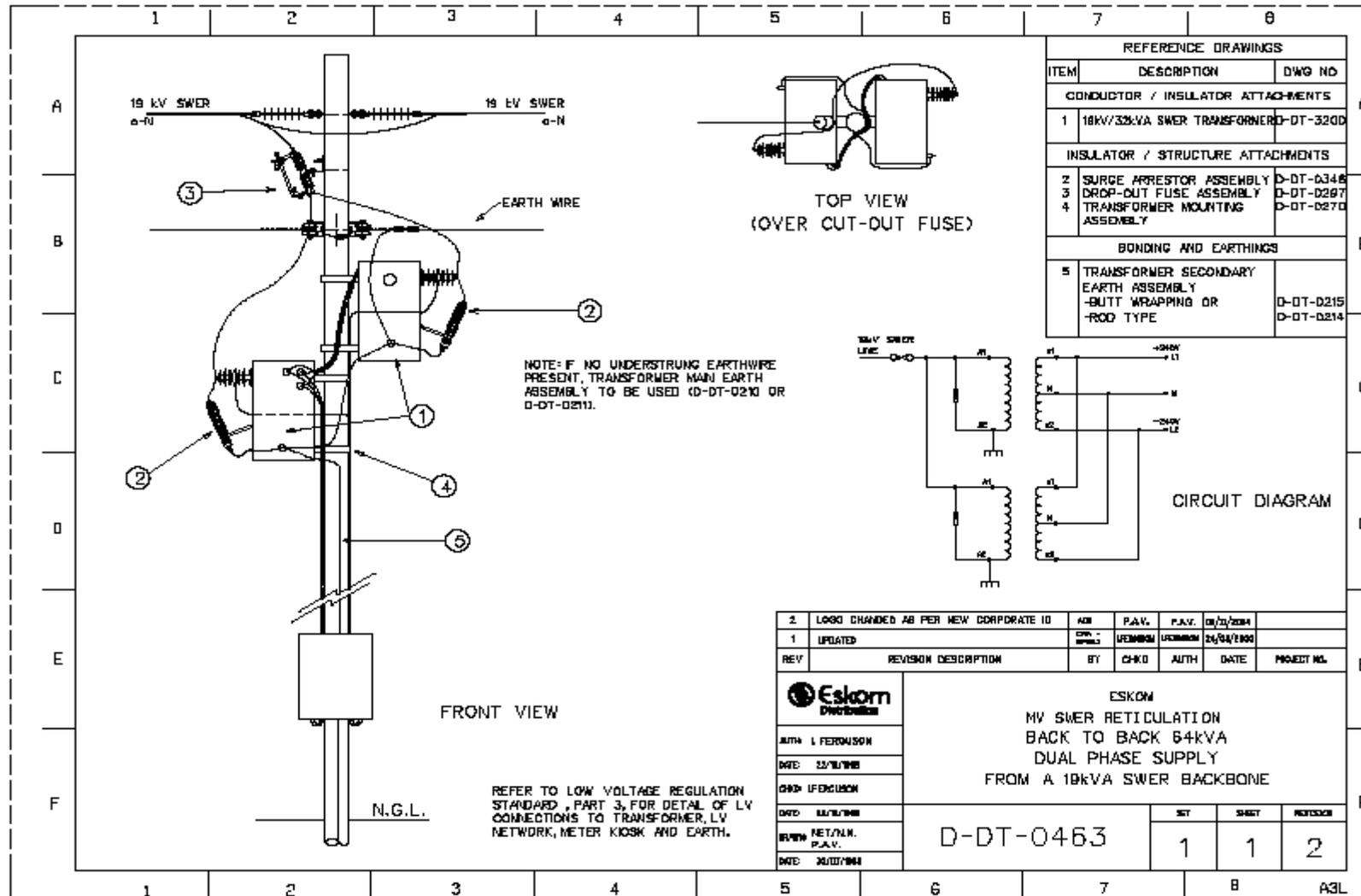
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 162	SUR 214



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 164	SUR 214

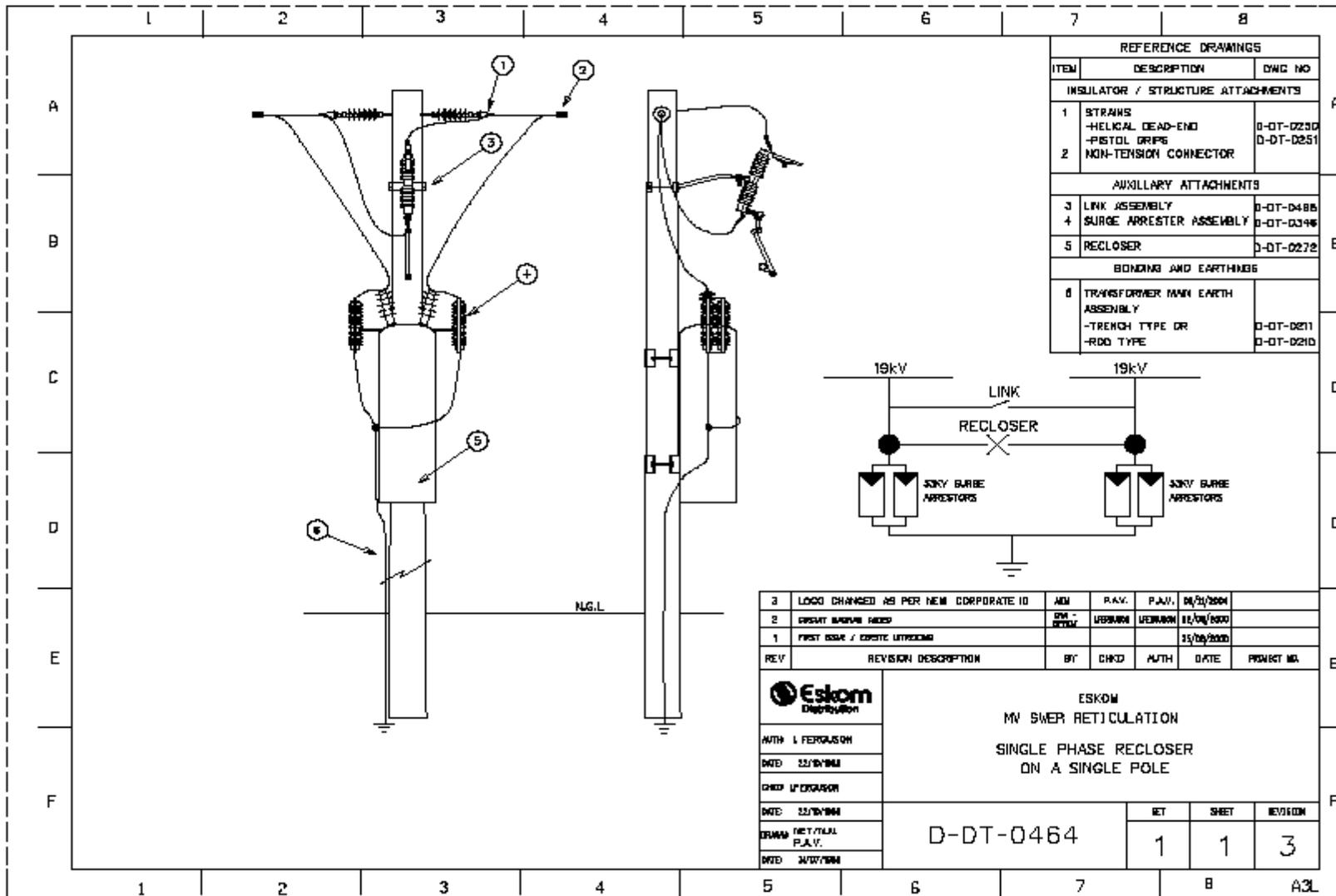
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE SWER-BF 01
 PAGE 165 SUR 214
 REV 1



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

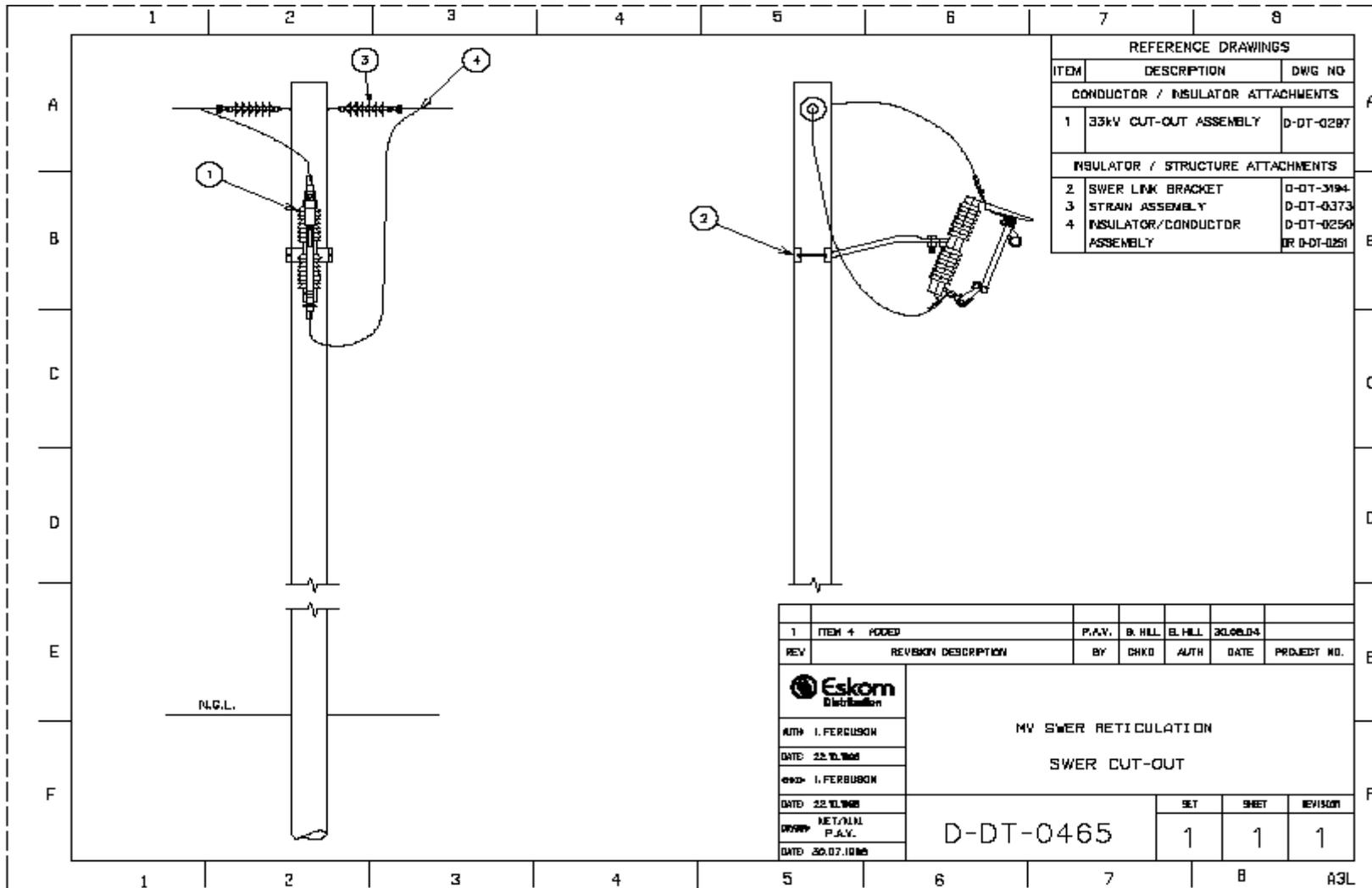
REFERENCE REV
 SWER-BF 01 1
 PAGE 166 SUR 214



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 167	SUR 214

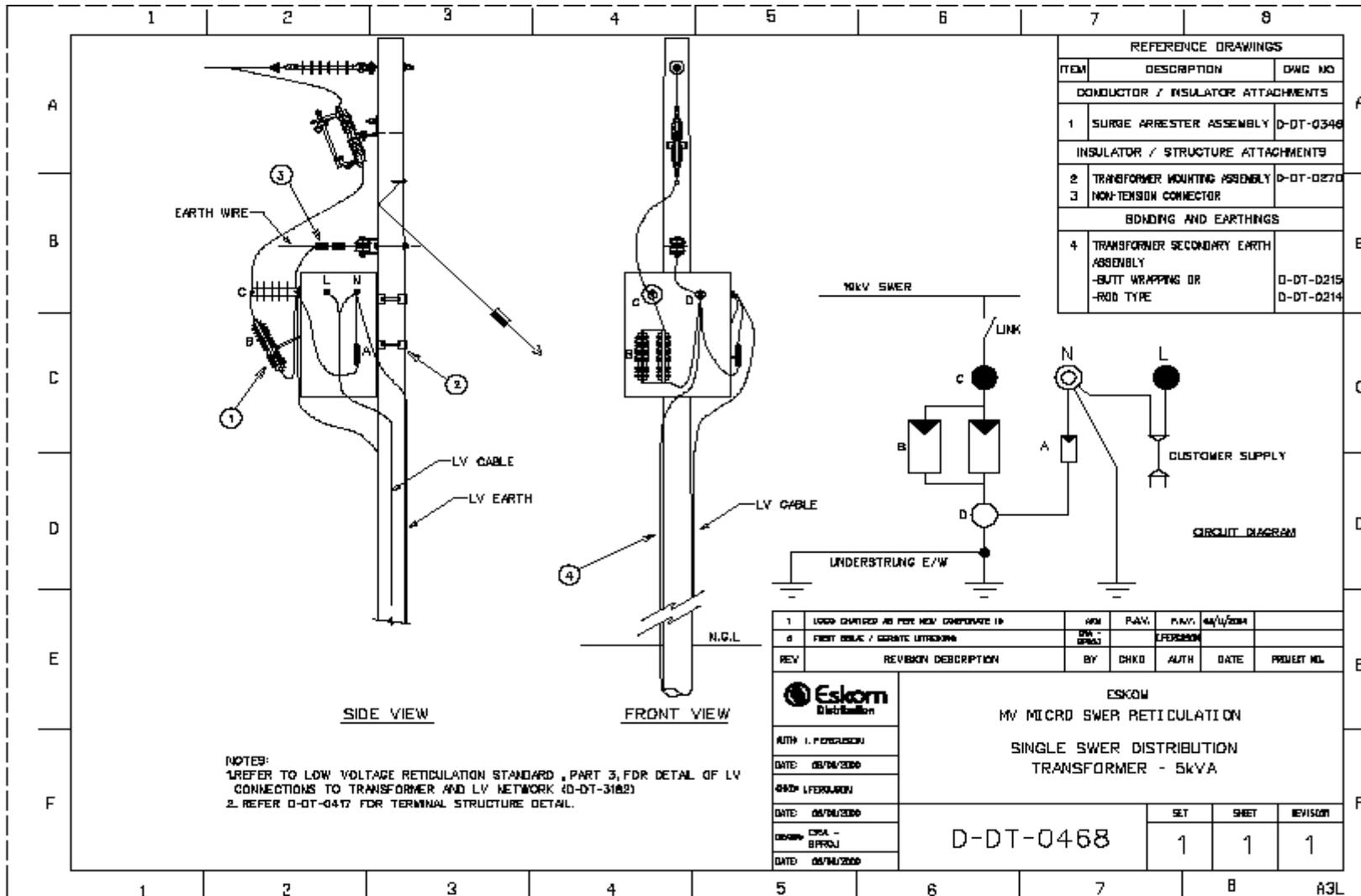
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

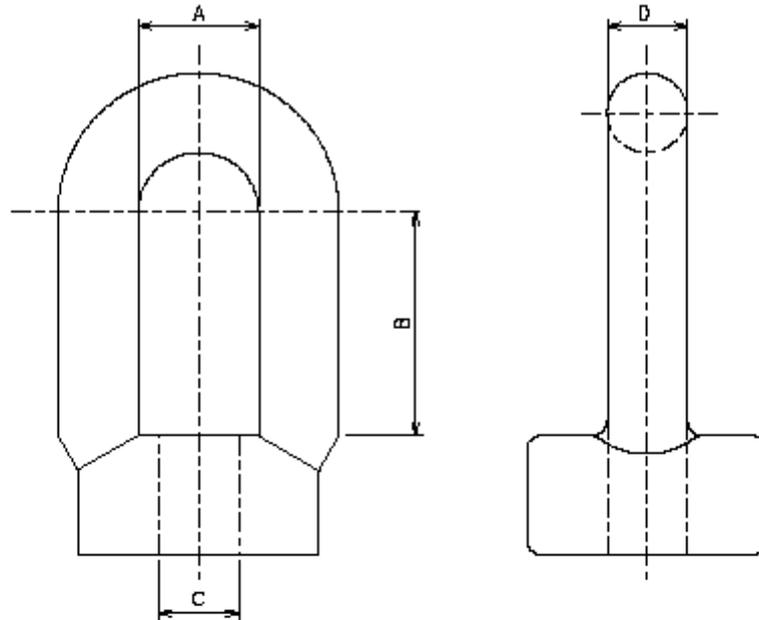
REFERENCE SWER-BF 01
 REV 1
 PAGE 168 SUR 214



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:
 RÉSEAU MT:
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE SWER-BF 01
 PAGE 169 SUR 214
 REV 1



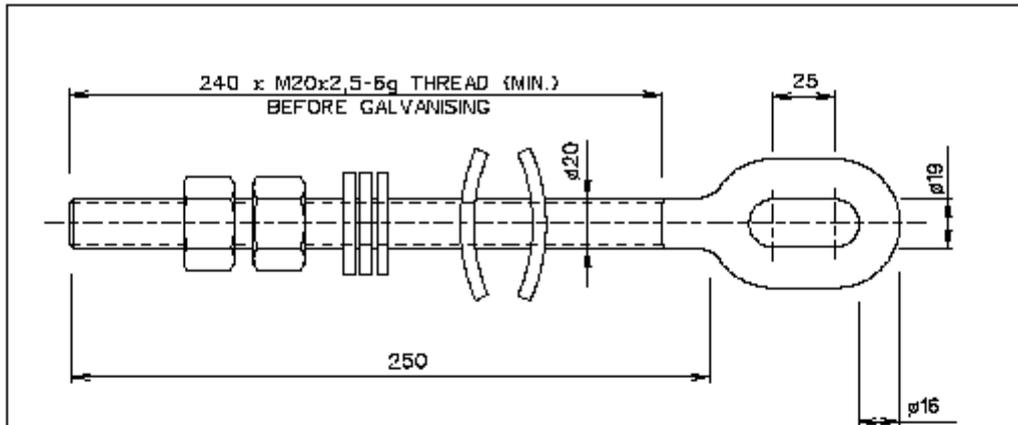


NOTE :

1. MAXIMUM ECCENTRICITY OF HOLES IS 0.84mm.
2. DRAWING NOT FOR MANUFACTURING PURPOSES.

	M16	M20
A	25	30
B	35	45
C	M16x2.D-BH 0.38 OVERSIZE	M20x2.5-6H 0.38 OVERSIZE
D	13	16

ITEM		:- NUT, EYE M16 AND M20	
MATERIAL SPECIFICATION		:- BS 6681	
CORROSION SPECIFICATION:-		SANS 121 OR ISO 1461	
STANDARD SPECIFICATION		:- SANS 135, NRS 018-3	
ESKOM SPECIFICATION		:-	
TEST AND CERTIFICATION :-		TYPE TEST AT MIN FAILING LOAD AND CERTIFICATE VALID SAMPLE TEST CERTIFICATE TO BE PROVIDED FOR THE PRODUCTION RUN ASSOCIATED WITH EACH DELIVERY	
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE
			yes
			no
IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS			
14	STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED	D.D.N.	P.A.VERMAAK
13	STANDARD SANS CHANGED TO SANS	D.D.N.	P.A.VERMAAK
12	LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D.	D.D.N.	P.VERMAAK J.SCHOLTZ
11	GALV./CORROSION CHANGED IN TECH.DESC.	P.A.V.	B. HILL A. BENKER
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD ALTH DATE REF. DRAWINGS
AUTH:	S.A.CLIERS	DATE:	MARCH 93
CHKD:		DATE:	
DRAWN:	R. V. R.	DATE:	18-09-93
SCALE		Eskom Distribution	
CAD REF. SERIES 3004		SAP. No. AS ABOVE	
FILE No. 3004		D-DT-3004	
		SET	SHEET
		2	1
		REVISION	
		14	

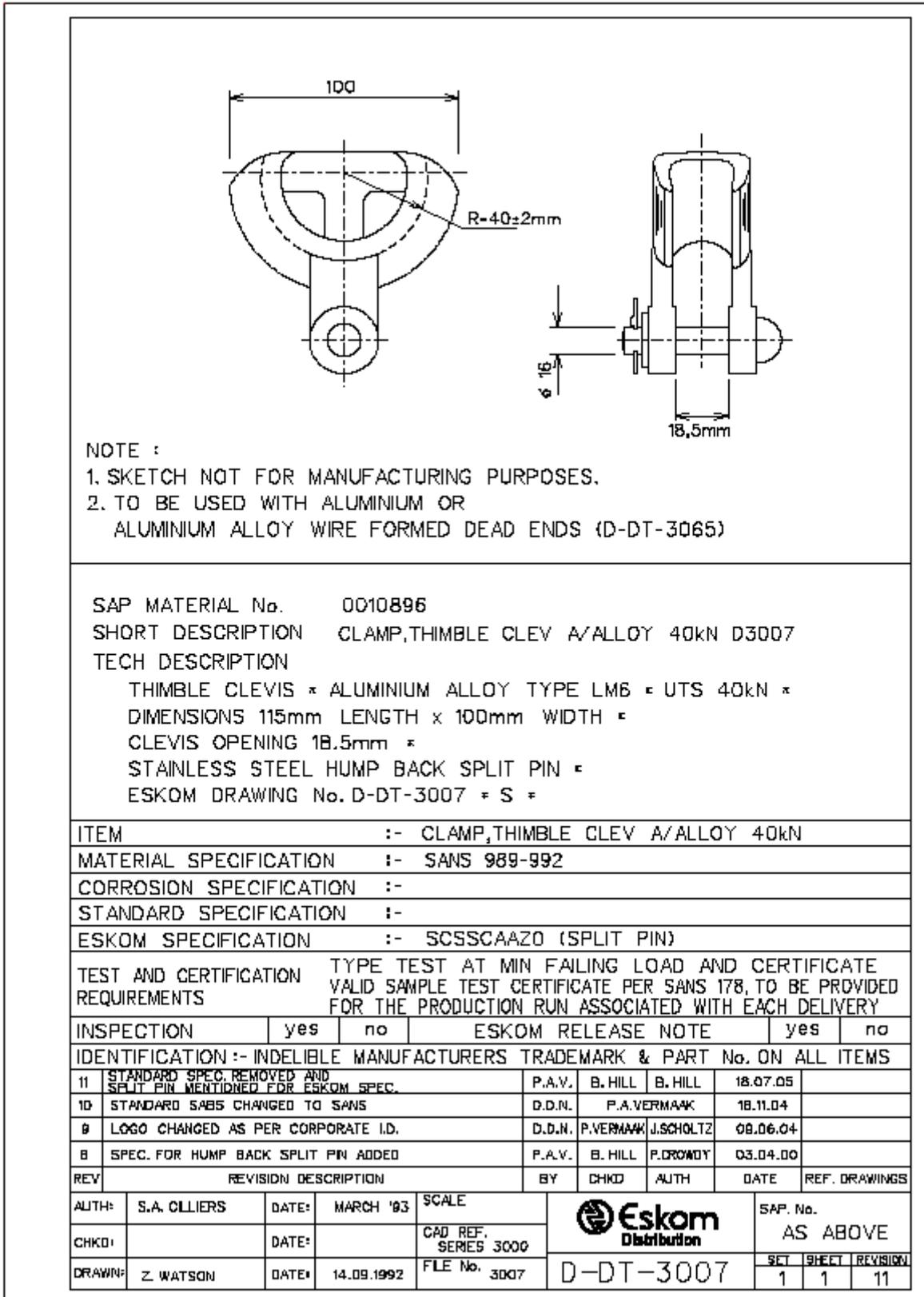


NOTE :
SKETCH NOT FOR MANUFACTURING PURPOSES.

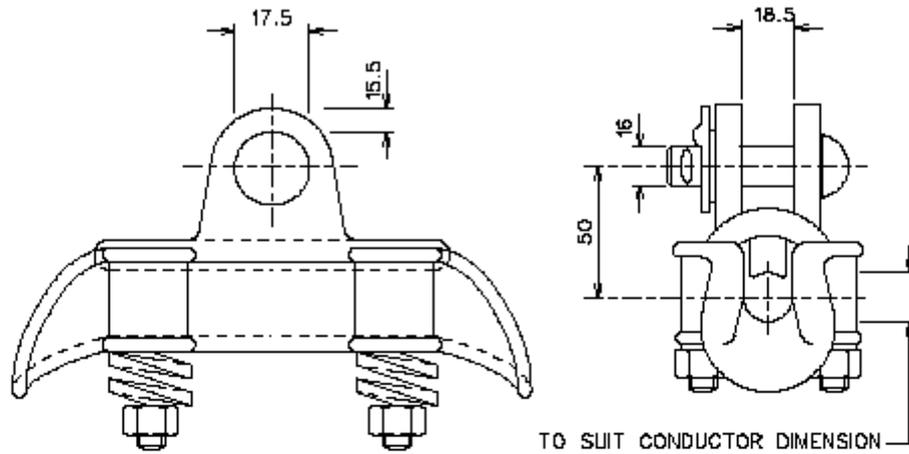
SAP MATERIAL No. 0163768
SHORT DESCRIPTION BOLT, EYE GALV M20x250 D3005
TECH DESCRIPTION

EYE BOLT * GRADE 300W FORGED STEEL * HOT DIPPED GALVANISED *
M20x2.5-6g BEFORE GALVANISING * 250mm LONG WITH 240mm THREAD *
SUPPLIED WITH TWO CURVED WASHERS 65mm x 65mm x 6mm THICK
WITH 22 DIA. BOLT HOLE 75mm TO (D-DT-3014),
THREE FLAT (ROUND) WASHERS 63.5-65.0 SQ x 2.8-3.5 THICK WITH
22.0-22.6mm DIA. BOLT HOLE TO (D-DT-3014)
AND TWO HEXAGON NUTS *
MINIMUM FAILING LOAD 70kN *
ESKOM DRAWING No. D-DT-3005 *

ITEM	:- BOLT, EYE GALV M20x250											
MATERIAL SPECIFICATION	:- SANS 1431, BS 6681											
CORROSION SPECIFICATION	:- SANS 121 OR ISO 1461											
STANDARD SPECIFICATION	:- SANS 135 AND SANS 178											
ESKOM SPECIFICATION	:-											
TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS	TYPE TEST AT MIN FAILING LOAD AND CERTIFICATE :- VALID SAMPLE TEST CERTIFICATE, PER SANS 178 TO BE PROVIDED FOR THE PRODUCTION RUN ASSOCIATED WITH EACH DELIVERY											
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no							
IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS												
12	STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED	D.D.N.	P.A.VERMAAK	05.04.2005								
11	STANDARD SANS CHANGED TO SANS	D.D.N.	P.A.VERMAAK	05.01.2005								
10	FAILING LOAD CHANGED TO 70KN	P.A.V.	B. HILL	B. HILL	08.11.2004							
9	LOGO CHANGED AS PER CORPORATE LD.	D.D.N.	P.A.V	J.SCHOLTZ	09.08.04							
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	ALTH	DATE	REF. DRAWINGS						
AUTH:	S.A.CILLIERS	DATE:	MARCH 93	SCALE		SAP. No. AS ABOVE						
CHKD:		DATE:		CAD REF. SERIES 3000								
DRAWN:	R. V .R.	DATE:	18.08.93	FILE No. 3005								
D-DT-3005						<table border="1"> <tr> <th>SET</th> <th>SHEET</th> <th>REVISION</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>12</td> </tr> </table>	SET	SHEET	REVISION	1	1	12
SET	SHEET	REVISION										
1	1	12										

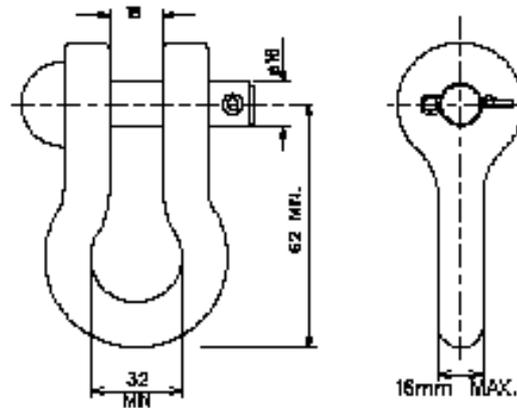


...ldgn\dms00384\3007 R10A.dgn 2005/07/18 02:59:04



NOTE :
SKETCH NOT FOR MANUFACTURING PURPOSES

ITEM		:- CLAMP,SUSP CRADLE											
MATERIAL SPECIFICATION		:- SANS 121 OR ISO 1461, DIE CAST ALUMINIUM											
CORROSION SPECIFICATION:-		SANS 121 OR ISO 1461											
STANDARD SPECIFICATION :-		SANS 178, SANS 135											
ESKOM SPECIFICATION		:- SCSSCAAZO											
TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS:- TYPE TEST TO BE SUPPLIED													
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE			yes	no						
IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS													
13	STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED		D.D.N.	P.A.VERMAAK		08.04.2005							
12	STANDARD SABS CHANGED TO SANS		D.D.N.	P.A.VERMAAK		13.11.2004							
11	U-BOLTS, BOLT TORQUE, HEX. NUTS AND KEY ADDED		P.A.V.	B. HILL	B. HILL	11.12.04							
10	MATERIAL FOR THE CRADLE SUSPENSION CLAMP IDENTIFIED		P.A.V.	B. HILL	B. HILL	01.08.2003							
REV	REVISION DESCRIPTION		BY	CHKD	ALTH	DATE	REF. DRAWINGS						
AUTH:	S.CILLIERS	DATE:	MARCH 1993	SCALE N.T.S.									
CHKD:		DATE:		CAD REF. SERIES 3000				S&P. No. AS ABOVE					
DRAWN:	Z.WATSON	DATE:	14.09.1992	FILE No. 3008		<table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>13</td> </tr> </table>		SET	SHEET	REVISION	2	1	13
SET	SHEET	REVISION											
2	1	13											
				D-DT-3008									



NOTE :
SKETCH NOT FOR MANUFACTURING PURPOSES.

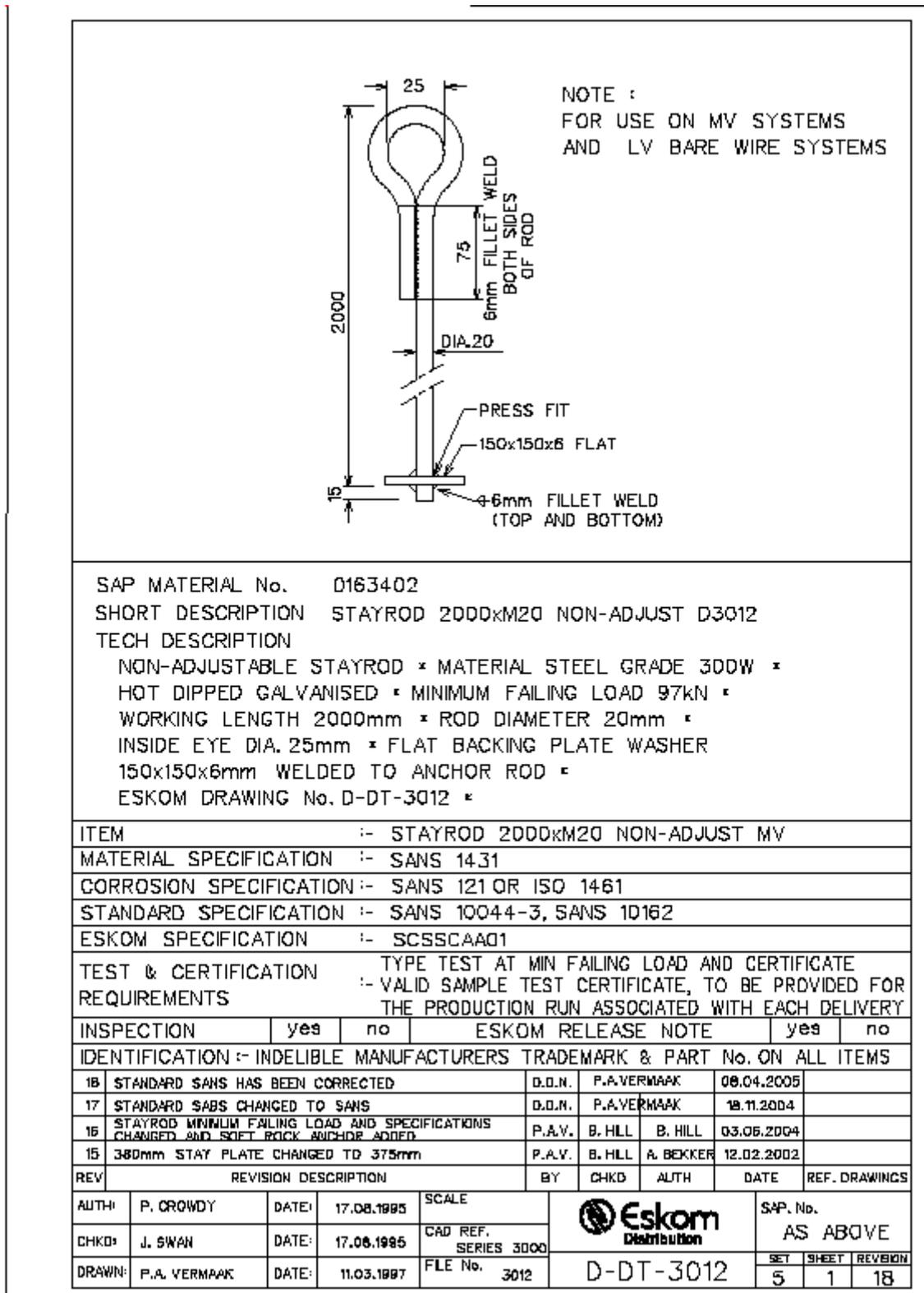
SAP MATERIAL No. D1B3400

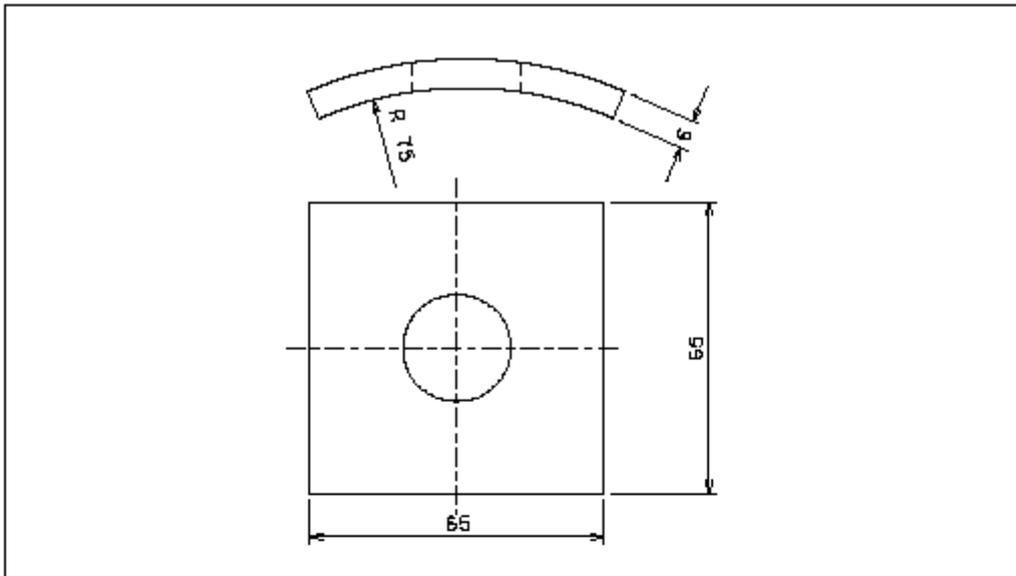
SHORT DESCRIPTION SHACKLE, D H/BACK PIN 70KN D3010

TECH DESCRIPTION

LINE TYPE D-SHACKLE WITH PIN *
 FORGED STEEL GRADE 300W * HOT DIPPED GALVANISED *
 APERTURE 18mm *
 ULIMATE TENSILE STRENGTH 70KN *
 SUPPLIED ASSEMBLED WITH ONE STAINLESS STEEL HUMPBACK SPLIT PIN *
 SPLIT PIN TO BE FITTED TO SHACKLE *
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3010 *

ITEM	:- SHACKLE, D STRAIGHT PIN 70KN										
MATERIAL SPECIFICATION	:- SANS 1431										
CORROSION SPECIFICATION	:- SANS 121 OR ISO 1461										
STANDARD SPECIFICATION	:- SANS 17B										
ESKOM SPECIFICATION	:- TRMASAA1, SCSSCAA20										
TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS	TYPE TEST AT MIN FAILING LOAD & CERTIFICATE VALID SAMPLE TEST CERTIFICATE, PER SANS 178 TO BE PROVIDED FOR THE PRODUCTION RUN ASSOCIATED WITH EACH DELIVERY										
INSPECTION	ybb	no	ESKOM RELEASE NOTE		ybb no						
IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS											
12	STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED		D.D.N.	P. R. VERMAAK	08.04.05						
11	STANDARD SANS CHANGED TO SANS		D.D.N.	P. R. VERMAAK	18.11.04						
10	HUMPBACK SPLIT PIN SUPPLIED FITTED TO D-SHACKLE NOTED		P.A.V.	B. HILL B. HILL	05.11.04						
9	LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D.		D.D.N.	P. VERMAAK J. SCHULTZ	08.08.04						
REV	REVISION DESCRIPTION		BY	CHKD	AUTH	DATE	REF. DRAWINGS				
AUTH	S.A. DILLERS	DATE	MARCH 03	SCALE			SPP. No.				
CHKD		DATE		DWD REF. SERIES 3000			AS ABOVE				
DRAWN	Z. WATSON	DATE	14.08.02	FILE No.	3010		D-DT-3010	<table border="1"> <tr> <td>REV</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>12</td> </tr> </table>	REV	1	1
REV	1	1	12								

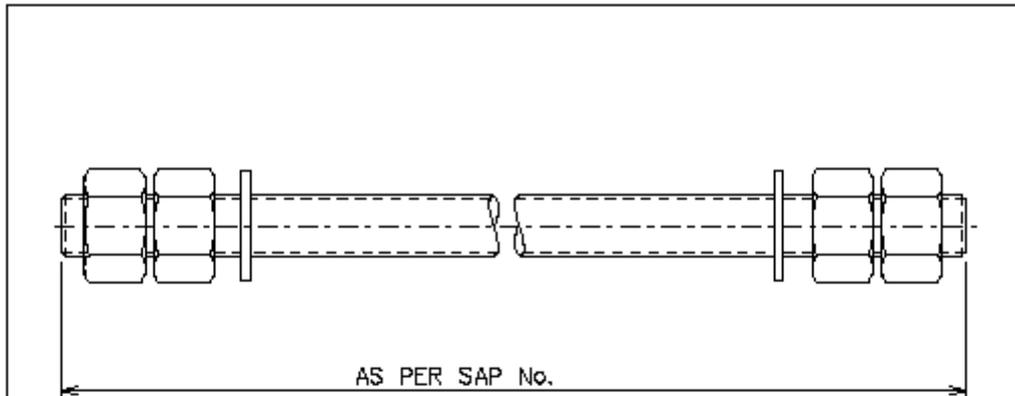




SAP MATERIAL No. 0163879
 SHORT DESCRIPTION WASHER,CURVED M16 65SQx6T 18D HOLE D3014
 TECH DESCRIPTION
 SQUARE CURVED SADDLE WASHER * FOR M16 USE *
 GRADE 300W STEEL * HOT DIPPED GALVANISED *
 65mm x 65mm x 6mm THICK WITH 18 DIA. BOLT HOLE * 75mm RADIUS *
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3014 *

SAP MATERIAL No. 0163896
 SHORT DESCRIPTION WASHER,CURVED M20 65SQx6T 22D HOLE D3014
 TECH DESCRIPTION
 SQUARE CURVED SADDLE WASHER * FOR M20 USE *
 GRADE 300W STEEL * HOT DIPPED GALVANISED *
 65mm x 65mm x 6mm THICK WITH 22 DIA. BOLT HOLE * 75mm RADIUS *
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3014 *

ITEM		:- WASHERS							
MATERIAL SPECIFICATION		:- SANS 1431							
CORROSION SPECIFICATION:-		SANS 121 OR ISO 1461							
STANDARD SPECIFICATION		:- SANS 1149 TABLES 3, 4, 5							
ESKOM SPECIFICATION		:-							
TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS:-									
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE						
			yes no						
IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS									
14	STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED	D.D.N.	P.A.VERMAAK 08/04/05						
13	STANDARD SANS CHANGED TO SANS	D.D.N.	P.A.VERMAAK 18/11/04						
12	CORROSION SPEC. CHANGED AND TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS REVISED	P.A.V.	B.HILL B.HILL 03/12/02						
11	M16.38 SQ.FLAT WASHER REMOVED, M16 SQ.FLAT WASHER ADDED & VARIOUS DIMENSIONS CHANGED	P.A.V.	G.STANFORD P.CROWDY 08/03/00						
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD ALTH DATE REF. DRAWINGS						
AUTH:	S.A.CILLIERS	DATE:	MARCH 03						
SCALE	N.T.S.								
CHKD:	DATE:	CAD REF. SERIES 3000							
DRAWN:	Z.WATSON	DATE:		14/09/92					
FILE No.	3014		D-DT-3014						
SAP. No.	AS ABOVE		<table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>1</td> <td>14</td> </tr> </table>	SET	SHEET	REVISION	6	1	14
SET	SHEET	REVISION							
6	1	14							



NOTE :
SKETCH NOT FOR MANUFACTURING PURPOSES.

SAP MATERIAL No. 0163868
 SHORT DESCRIPTION ROD, THREADED E/PL. M6x500 WASH+NUTS D3015
 TECH DESCRIPTION
 FULL THREADED ROD M6x1.6-6g BEFORE ELECTRO PLATING x 500mm LG. *
 GRADE 300W STEEL * ELECTRO PLATED *
 COMPLETE WITH TWO FLAT SQUARE WASHERS M6 50SQ.(D-DT-3014),
 AND FOUR HEXAGON NUTS *
 PACKAGING : SHRINK WRAPPED 10 PER PACK COMPLETE WITH
 NUTS AND WASHERS *
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3015 *

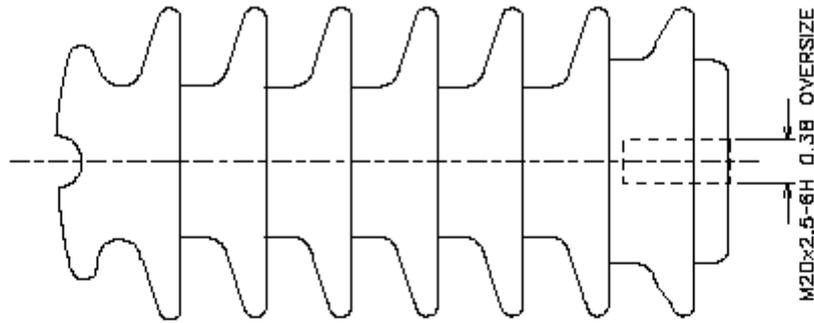
ITEM	:- ROD THREADED				
MATERIAL SPECIFICATION	:- SANS 1431				
CORROSION SPECIFICATION	:- SANS 121 OR ISO 1461, SANS 4042				
STANDARD SPECIFICATION	:-				
ESKOM SPECIFICATION	:-				
TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS	:-				

INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no
IDENTIFICATION	:- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS				

17	SANS SPEC. CORRECTED & M24x850+1200 T/RODS ADDED	D.D.N	CRAIG CLARK	24.05.05	
18	STANDARD SANS CHANGED TO SANS	D.D.N	P.A.VERMAAK	18.11.04	
15	M24 x 1200 LONG THREADED ROD ADDED.	D.D.N	G.WHYTE G.WHYTE	30.08.04	
14	LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D.	D.D.N	P.VERMAAK J.SCHOLTZ	09.06.04	

REV	REVISION DESCRIPTION			BY	CHKD	ALTH	DATE	REF. DRAWINGS					
AUTH:	S.A.GILLIERS	DATE:	MARCH 93	SCALE				SAP. No.					
CHKD:		DATE:		CAD REF. SERIES 3000				AS ABOVE					
DRAWN:	R.V.R.	DATE:	14-09-92	FILE No. 3015				<table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1</td> <td>17</td> </tr> </table>		SET	SHEET	REVISION	5
SET	SHEET	REVISION											
5	1	17											

TYPICAL



NOTE :

1. CREEPAGE DISTANCE :
 - 20mm/kV LIGHT AND MEDIUM POLLUTION AREAS.
 - 31mm/kV HEAVY AND VERY HEAVY POLLUTION AREAS.
2. CANTILEVER STRENGTH :
 - 4kN POST INSULATORS ARE TO BE USED ON ALL LINES UP TO OAK/HARE CONDUCTORS.
 - 10kN POST INSULATORS TO BE USED WITH ALL CONDUCTORS AT ROAD CROSSINGS AND ON LINES WITH CONDUCTORS LARGER THAN OAK/HARE UP TO KINGBIRD CONDUCTOR.

ITEM	:- INSUL,POST 22kV												
FAILING LOAD (kN)	:- 4kN AND 10kN MINIMUM												
CREEPAGE DISTANCE (mm)	:- 20mm/kV & 31mm/kV												
MATERIAL SPECIFICATION	:-												
STANDARD SPECIFICATION	:- F-NECK												
ESKOM SPECIFICATION	:- SCSSCABIB												
TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS	TYPE TEST AT MIN FAILING LOAD AND CERTIFICATE :- EACH ITEM TO BE ROUTINE TESTED TO 60% MIN FAILING LOAD												
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no								
IDENTIFICATION	:- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS												
13	SILICON AND CAPPED POST INSULATORS ADDED	P.A.V.	G.STANFORD	J.SCHOLTZ	04.05.2005								
12	TINNED CU BAR EXTENDED BY 100mm	P.A.V.	G.WHYTE		09.12.04								
11	COLOUR CODING ADDED TO INSULATORS TO HELP IDENTIFY DIFFERENT KV ON INSULATORS	P.A.V.	G.STANFORD	R.THERON	23.04.2004								
10	22kV 10kN 31mm/kV INSULATOR TECH DISCRPTION CHANGED FROM OAK/HARE TO KINGBIRD CONDUCTOR	P.A.V.	B. HILL	B. HILL	08.10.2003								
REV	REVISION DESCRIPTION		BY	CHKD	ALTH	DATE	REF. DRAWINGS						
AUTH:	S.A. CILLIERS	DATE:	MARCH 93	SCALE	N.T.S.		S&P. No. AS ABOVE						
CHKD:		DATE:		CAD REF.	SERIES 3000								
DRAWN:	Z. WATSON	DATE:	14.09.92	FILE No.	3017								
D-DT-3017							<table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1</td> <td>13</td> </tr> </table>	SET	SHEET	REVISION	5	1	13
SET	SHEET	REVISION											
5	1	13											

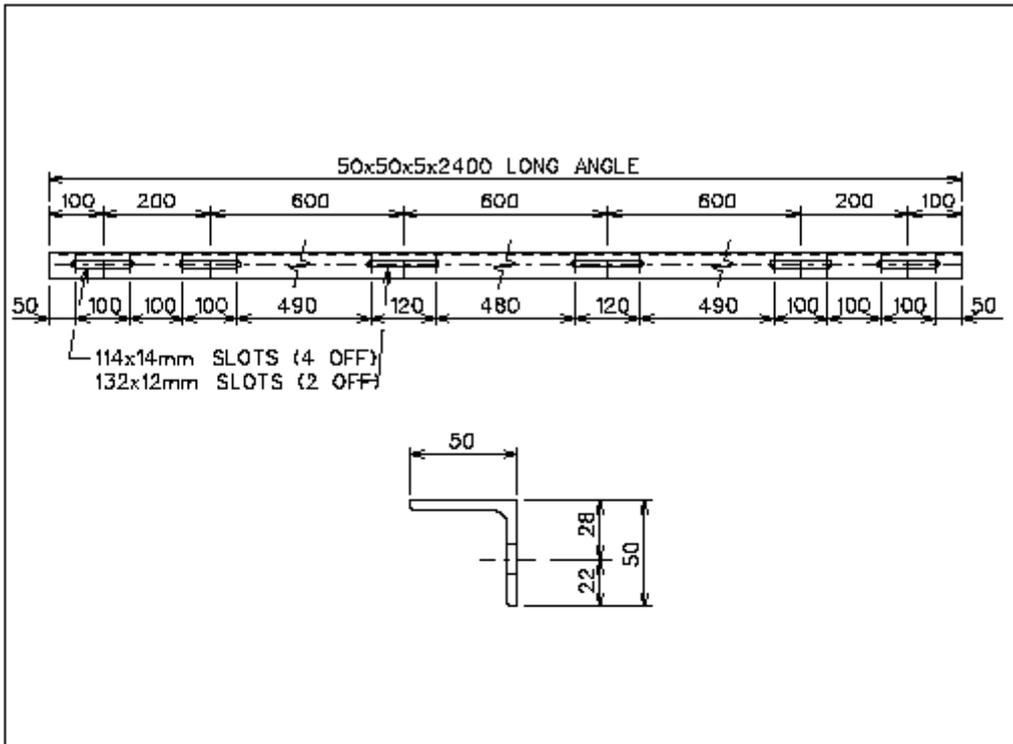
APPLICATION

NOTE :

- CONDUCTOR DIAMETER RANGE
 MAIN : 4.11 TO 8.43mm
 TAP : 4.11 TO 8.43mm
- APPLICATION AL TO AL AND AL TO CU
- CRIMP WITH DIE SIZE 'O' [125U-0].
- 'O' DIE COMPATIBLE WITH FFG TOOLS:
 - BURNDY Y35
 - SIEMEL C12
 - BRICK 12 TON COMPRESSION TOOL
 - ALCON 12A

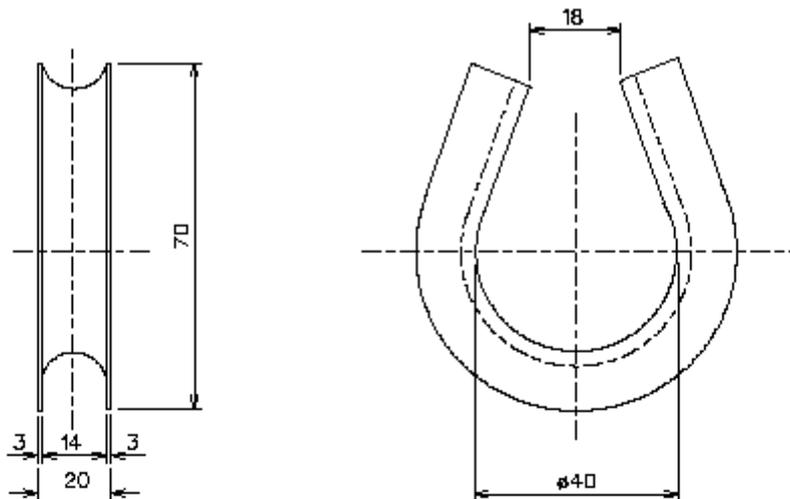
SAP MATERIAL No. 0168675
 SHORT DESCRIPTION H CRIMP, COMPRESSION CONNECTOR D3019
 TECH DESCRIPTION
 CRIMPON ALUMINIUM CONNECTOR TYPE H *
 NON STRAIN CONNECTOR FOR AL TO AL AND AL TO CU CONNECTIONS *
 FOR COMPACTED STRANDED ACSR, ALUMINIUM 25-50mm,
 STRANDED OR SOLID COPPER 16mm CONDUCTOR *
 PREGREASED AND INDIVIDUALLY PACKED *
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3019 *

ITEM		:- H CRIMP COMPRESSION CONNECTOR										
MATERIAL SPECIFICATION		:- ALUMINIUM										
CORROSION SPECIFICATION		:- NRS 01B-5										
STANDARD SPECIFICATION		:- NRS 01B-5										
ESKOM SPECIFICATION		:- DISSCAAL4										
TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS:-												
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no							
IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS												
4	LOGO CHANGED AS PER NEW CORPORATE I.D.	D.D.J	P.A.VERMAAK	18.11.04								
3	PREGREASED AND INDIVIDUALLY PACKED ADDED TO TECH. DESCRIPTION	P.A.V.	MRAPAPA G. STAMFORD	11.11.03								
2	CORROSION PROTECTION ADDED AND VARIOUS AMENDMENTS MADE	P.A.V.	G.WHYTE P. CROWDY	17.02.97								
1	DIMENSION AND SHORT DESCRIPTION CHANGED AND VARIOUS AMENDMENTS MADE	P.A.V.	L.FERDUSON P. CROWDY	18.01.88								
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	ALTH	DATE	REF. DRAWINGS						
AUTH:	P.CROWDY	DATE:	14.07.95	SCALE			SAP. No.					
CHKD:	J. SWAN	DATE:	14.07.95	CAD REF. SERIES 3000			AS ABOVE					
DRAWN:	P.A. VERMAAK	DATE:	27-01-95	FILE No. 3019			<table border="1" style="font-size: small;"> <tr> <th>SET</th> <th>SHEET</th> <th>REVISION</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>4</td> </tr> </table>	SET	SHEET	REVISION	1	1
SET	SHEET	REVISION										
1	1	4										



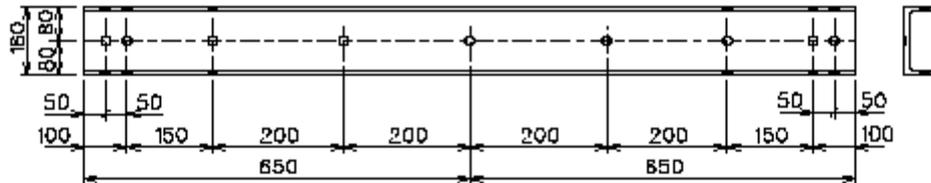
SAP MATERIAL No. 0168265
 SHORT DESCRIPTION BRACKET,TYPE F METER BOX 2400LG D3022
 TECH DESCRIPTION
 MILD STEEL ANGLE * GRADE 300W STEEL *
 HOT DIPPED GALVANISED *
 MILD STEEL ANGLE IRON 50x50x5mm 2400mm LONG *
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3022 *

ITEM	:- BRACKET,TYPE F METER BOX 2400LG				
MATERIAL SPECIFICATION	:- SANS 1431				
CORROSION SPECIFICATION	:- SANS 121 OR ISO 1461				
STANDARD SPECIFICATION	:-				
ESKOM SPECIFICATION	:- D-DT-3022				
TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS:-					
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no
IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS					
8	STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED	D.D.N.	P.A.VERMAAK	08.04.2005	
7	STANDARD SABS CHANGED TO SANS	D.D.N.	P.A.VERMAAK	18.11.2004	
6	TWO MIDDLE SLOT CHANGED TO 120x12mm	P.A.V.	J.MAIDU G. WHYTE	03.06.2004	
5	CHANNEL REDESIGNED	C.GREY P.A.V.	T.GILLARD G. WHYTE	11.11.2002	
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	ALTH	DATE REF. DRAWINGS
AUTH:	P. CROWDY	DATE:	14.07.1995	SCALE	1 : 10
CHKD:	J. SWAN	DATE:	14.07.1995	CAD REF. SERIES	3000
DRAWN:	P.A. VERMAAK	DATE:	13.01.1995	FILE No.	3022
			Eskom Distribution		SAP. No. AS ABOVE
			D-DT-3022		SET SHEET REVISION
					1 1 8

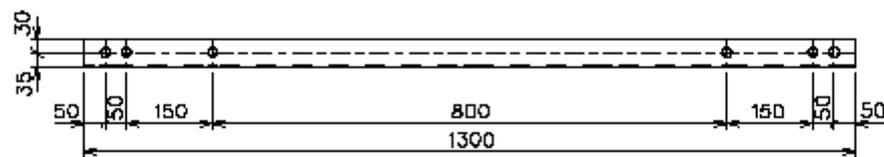


SAP MATERIAL No. 0163399
 SHORT DESCRIPTION THIMBLE,ST TO FIT 14mm DIA. WIRE D3026
 TECH DESCRIPTION
 BARE WIRE ROPE THIMBLE (OPEN PATTERN) *
 GRADE 300W STEEL * HOT DIPPED GALVANISED *
 SIZE : 70x40mm *
 WITH AN OPENING TO SUIT 14mm DIAMETER STAY WIRE *
 SUITABLE FOR 14mm STAY WIRE *
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3026 *

ITEM	:- THIMBLE, ST TO FIT 14 WIRE				
MATERIAL SPECIFICATION	:- SANS 1431				
CORROSION SPECIFICATION	:- SANS 121 OR ISO 1461				
STANDARD SPECIFICATION	:- NRS 022				
ESKOM SPECIFICATION	:- D-DT-3026				
TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS	:-				
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no
IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS					
12	STANDARD SABS HAS BEEN CORRECTED	D.D.N	P.A.VERMAAK	08.04.06	
11	STANDARD SABS CHANGED TO SANS	D.D.N.	P.A.VERMAAK	23.11.04	
10	LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D.	D.D.N.	P.VERMAAK,LSCHOLTZ	09.08.04	
9	THIMBLE OPENING 14mm INDICATED	P.A.V.	B. HILL P. DROWDT	12-10-99	
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	ALTH	DATE REF. DRAWINGS
AUTH:	S.A. CLLIERS	DATE:	MARCH 93	SCALE	SAP. No. AS ABOVE SET SHEET REVISION 1 1 12
CHKD:		DATE:		CAD REF. 3026	
DRAWN:	Z. WATSON	DATE:	14-08-92	FILE No. 3028	
				D-DT-3026	



ELEVATION

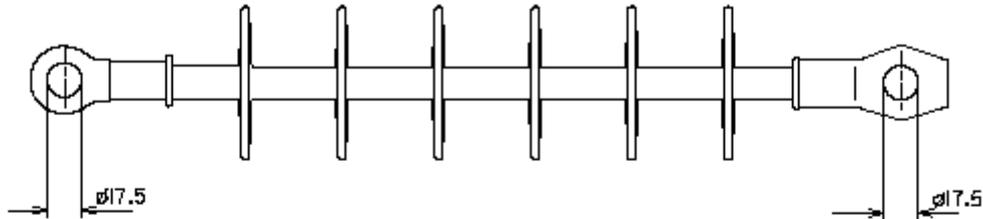


PLAN

NOTE :
FOR USE ON FOX/MINK CONDUCTOR

SAP MATERIAL No. D168562
SHORT DESCRIPTION XARM,ST CHANNEL 1300LG FOX/MINK D3027
TECH DESCRIPTION
STEEL CROSSARM * PARALLEL FLANGED CHANNEL (PFC)
160x65x19 x 1300 LONG * STEEL GRADE 300W *
HOT DIPPED GALVANISED * ALL HOLES 22mm DIAMETER *
ESKOM DRAWING No. D-DT-3027 *

ITEM	:- XARM,ST CHANNEL 1300LG FOX/MINK					
MATERIAL SPECIFICATION	:- SANS 1431					
CORROSION SPECIFICATION	:- SANS 121 OR ISO 1461					
STANDARD SPECIFICATION	:-					
ESKOM SPECIFICATION	:- D-DT-3027					
TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS	:-					
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no	
IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS						
6	STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED	D.D.N.	P.J.VERMAAK	08.04.05		
6	STANDARD SANS CHANGED TO SANS	D.D.N.	P.J.VERMAAK	23.11.04		
7	LOGO CHANGED AS PER CORPORATE ID.	D.D.N.	P.J.VERMAAK	J.SCHOLTZ	08.06.04	
6	22mm HOLE ADDED AND 22mm HOLE REMOVED FROM FLANGE AND DRAWING FORMAT CHANGED	P.A.V.	D.PILLAY	F. CROWDY	02.08.87	
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	ALTH	DATE	REF. DRAWINGS
AUTH:	S.A. CILLERS	DATE:	MARCH 93	SCALE		
CHKD:		DATE:		CAD REF. SERIES 3000		
DRAWN:	2. WATSON	DATE:	14-08-92	FILE No. 3027		
						SAP. No. AS ABOVE
						D-DT-3027
						1 1 9



NOTE :

1. CLEVIS TONGUE IN-LINE.
CLEVIS ON EARTH SIDE, TONGUE ON LIVE SIDE.
2. CREEPAGE DISTANCE :
 - * 20mm/kV LIGHT AND MEDIUM POLLUTION AREAS.
 - * 31mm/kV HEAVY AND VERY HEAVY POLLUTION AREAS.
3. HUMP BACK SPLIT PINS TO HOLD CLEVIS PIN IN PLACE, MUST BE MANUFACTURED AND TESTED IN ACCORDANCE WITH SCSSCAAZD.

ITEM	INSUL,SUSP/LONGROD 22kV						
FAILING LOAD (kN)	40kN MINIMUM						
CREEPAGE DISTANCE (mm)	20mm/kV & 31mm/kV						
MATERIAL SPECIFICATION	-						
STANDARD SPECIFICATION	-						
ESKOM SPECIFICATION	SCSSCAB18, SCSSCAAZD						
TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS	TYPE TEST AT MIN FAILING LOAD AND CERTIFICATE - EACH ITEM TO BE ROUTINE TESTED TO 60% MIN FAILING LOAD						
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE			YES	ND
IDENTIFICATION	- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS						
12	LOGO CHANGED AS PER NEW CORPORATE ID.	D.P.J.L	P.VERMAAK	J.SCHOTZ	08.06.04		
1	ESKOM SPECIFICATION CHANGED	P.A.V.	G.STANFORD	A. BEKKER	09.05.02		
10	SPEC FOR HUMP BACK SPLIT PIN & 20mm/kV UNIT ADDED, 25mm/kV REMOVED & POLLUTION TERMINOLOGY CHANGED	P.A.V.	G.STANFORD	P.CROWDY	25JUL00		
8	CLEVIS PIN HOLE CORRECTED	P.A.V.	G.STANFORD	P.CROWDY	05.1.99		
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	AUTH	DATE	REF. DRAWINGS	
AUTH:	S.A. CILLIERS	DATE:	MARCH 93	SCALE		SAP. No. AS ABOVE	
CHKD:		DATE:		CAD REF. SERIES 300D			
DRAWN:	Z. WATSON	DATE:	02-11-92	FILE No. 3042		D-DT-3042 SET SHEET REVISION 2 1 12	

FOR DETAILS
SEE SHEET 2

SAP MATERIAL No. 0168552
SHORT DESCRIPTION BRACKET,POLE TOP 402x60x110 ARM D3046
TECH. DESCRIPTION
POLE TOP (ALSO KNOWN AS L-TYPE) BRACKET *
STEEL GRADE 300W * HOT DIPPED GALVANISED *
CONSISTING OF :
CROSSMEMBER 60 WIDE x 110 ARM x 402 LG x 12mm THICK FLAT STEEL
(1 OFF) (ITEM 1) WITH
CROSSMEMBER STIFFNER 25 x 25 x 3 x 220 LONG ANGLE
(1 OFF) (ITEM 2) AND
CROSSMEMBER BRACE 50 x 50 x 71 x 6 THICK FLAT STEEL (ITEM 3)
CUT TO FIT AS PER DRAWING *
ALL WELDED TO BRACKET WITH 5mm CONTINUOUS WELD AND
TO CONFORM TO SANS 0162-11 *
ALL HOLES TO BE 22mm *
NO COLD BENDING ALLOWED *
TOLERANCE ON DIMENSIONS +2mm AND ON DRILLING CENTRES +1mm *
USED TO SUPPORT A POST INSULATOR AT THE TOP OF A POLE *
ESKOM DRAWING NO.D-DT-3046 *

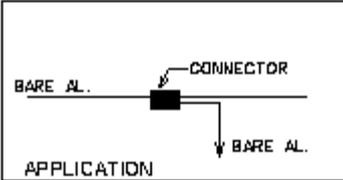
ITEM	:- BRACKET,POLE TOP 402x60x110 ARM											
MATERIAL SPECIFICATION	:- SANS 1431											
CORROSION SPECIFICATION	:- SANS 121											
STANDARD SPECIFICATION	:-											
ESKOM SPECIFICATION	:- D-DT-3046											
TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS:-												
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE			yes	no					
IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS												
14	ITEM 3 FLAT STEEL SHORTENED TO ACCOMMODATE POLE	P.A.V.	B. HILL	18.07.05								
13	STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED	D.D.N.	P.A.VERMAAK	08.04.05								
12	STANDARD SANS CHANGED TO SANS	D.D.N.	P.A.VERMAAK	23.11.04								
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	AUTH	DATE	REF. DRAWINGS						
ALTH:	S.A.CILLIERS	DATE:	10-01-'04	SCALE	1:2	 SAP. No. AS ABOVE						
CHKD:		DATE:		CAD REF.	SERIES 3000							
DRAWN:	Z. WATSON	DATE:	14-08-'02	FILE No.	3046							
				D-DT-3046		<table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>14</td> </tr> </table>	SET	SHEET	REVISION	2	1	14
SET	SHEET	REVISION										
2	1	14										

...User\dgn\dms00384\3046 R14.dgn 2005/07/18 03:04:08

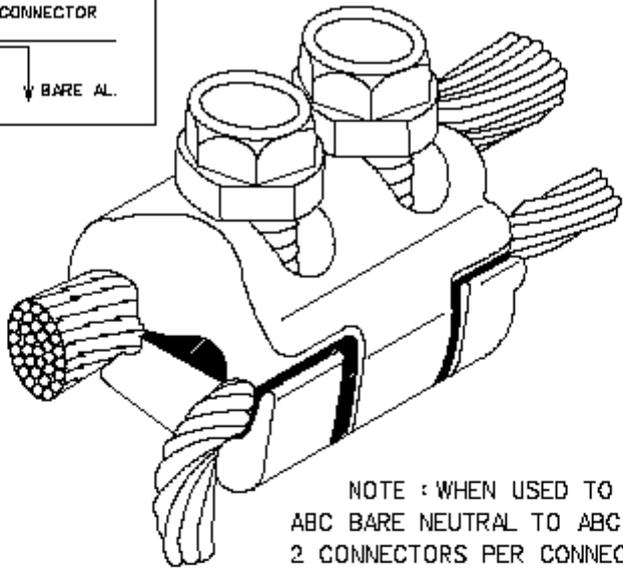
NOTE: (NOT REQUIRED FOR NON-FORGED UNITS)

1. MAXIMUM UNTHREADED LENGTH OF 5mm ALLOWED.
2. MATERIAL UNDERCUT TO ALLOW A NUT TO SCREW FLUSH ONTO THE COLLAR.

ITEM	:- REGULAR SPINDLES M20x50, M20x250 / SWIVEL M20x250					
MATERIAL SPECIFICATION	:-					
CORROSION SPECIFICATION	:- SANS 121 OR ISO 1461					
STANDARD SPECIFICATION	:-					
ESKOM SPECIFICATION	:- SCSSCAAH8					
TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS	:- TYPE SAMPLE AND ROUTINE TESTS AS PER SPEC. SCSSCAAH8					
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no	
IDENTIFICATION	:- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS					
6	CORROSION SPEC CORRECTED AND PIN INSULATOR M20x250 SHANK CONC, M20x250 RATCHET SPINDLE & 30 A/F ADDED	P.A.V.	G.STANFORD	B.HILL	28.04.05	
14	ONE CURVED WASHER REMOVED FROM 0160400	P.A.V.	B.HILL	B.HILL	13.02.04	
15	INTERFACE BRACKET ADDED	P.A.V.	B.HILL	B.HILL	09.10.03	
12	VARIOUS SPECIFICATIONS CHANGED	P.A.V.	G.STANFORD	A.BEKKER	20.06.02	
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	ALTH	DATE	REF. DRAWINGS
AUTH:	S.A.GILLERS	DATE:	MARCH 1992	SCALE		SAP. No. AS ABOVE
CHKD:		DATE:		CAD REF. SERIES 3000		
DRAWN:	A.STEWART	DATE:	02.11.1992	FILE No. 3050		
D-DT-3050						SET 8 SHEET 1 REVISION 15



BARE AL. CONNECTOR BARE AL.
APPLICATION



NOTE : WHEN USED TO CONNECT
ABC BARE NEUTRAL TO ABC BARE NEUTRAL
2 CONNECTORS PER CONNECTION POINT
ARE REQUIRED.

SAP MATERIAL No. 0165495
 SHORT DESCRIPTION CLAMP, P/G 2B AL-AL 4-15 DIA M+T D3058
 TECH. DESCRIPTION
 PARALLEL GROOVE CLAMP (PG CLAMP) * ALUMINIUM TO ALUMINIUM *
 M8 x 45 LONG - GRADE 316 STAINLESS STEEL BOLTS (HEX. HEAD)
 M8 BOLTS TORQUED TO 15NM *
 TO DIN EN 24017 (2 OFF), EACH BOLT SUPPLIED WITH
 M8 - GRADE 316 STAINLESS STEEL WASHERS *
 MAIN AND TAP CONDUCTOR 4 TO 15mm DIAMETER *
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3058 *

ITEM :- CLAMP, P/G	
MATERIAL SPECIFICATION :- SCSSCAAS7	
CORROSION SPECIFICATION :-	
STANDARD SPECIFICATION :- NRS D18-5, IEC B1284, DIN NE 24017	
ESKOM SPECIFICATION :- SCSSCAAS7	
TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS:- SCSSCAAS7	
INSPECTION	yes no ESKOM RELEASE NOTE yes no
IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS	
13	LOGO CHANGED AS PER NEW CORPORATE ID. D.D.N. P.A.VERMAAK 23.11.04
12	BI-METAL P/G CLAMPS ADDED P.A.V. T.GILLARD G. WHYTE 11.11.02
11	NOTE RE. BOLT TORQUED 15NM ADDED P.A.V. B. HILL B. HILL 14.08.02
10	BOLTS CHANGED FROM AL TO S/STEEL P.A.V. B. HILL A. BEKKER 30.03.01
REV	REVISION DESCRIPTION BY CHKD AUTH DATE REF. DRAWINGS
AUTH:	S.A. OLLERS DATE: MARCH 93 SCALE
CHKD:	DATE: CAD REF. SERIES 3000
DRAWN:	A.STEWART DATE: 02-11-92 FILE No. 3058



Eskom
Distribution

SAP. No.
AS ABOVE

SET	SHEET	REVISION
2	1	13

D-DT-3058

FORMED ARMOUR RODS



NOTE :
DO NOT USE FOR REPAIR IF
MORE THAN ONE OUTER STRAND IS BROKEN.

SAP MATERIAL No. 0168464
SHORT DESCRIPTION ARMOR ROD,HELICALLY FORM ACAC/SQRL D3064

HELICALLY FORMED ARMOUR ROD SETS *
ALUMINIUM ALLOY OR GALVANISED STEEL* CONDUCTOR COLOUR CODE ORANGE *
USED ON BARE ACACIA/SQUIRREL CONDUCTOR OR EQUIVALENT *
PACKED IN CARTONS AND SETS INDIVIDUALLY LABELLED *
ESKOM DRAWING No. D-DT-3064 *

ITEM	:- ARMOUR ROD,HELICALLY FORMED											
MATERIAL SPECIFICATION	:- ALUMINIUM ALLOY OR GALVANISED STEEL											
CORROSION SPECIFICATION	:- SANS 182-5											
STANDARD SPECIFICATION	:- BS 3288											
ESKOM SPECIFICATION	:- SCSSCAAN4											
TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS	:-											
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no							
IDENTIFICATION	:- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS											
6	STANDARD SABS CHANGED TO SANS	DD.NL	P.VERMAAK	23.11.04								
7	LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D.	DD.NL	P.VERMAAK J.SCHOLTZ	15.08.04								
8	ACACIA ARMOUR ROD INCORPORATED WITH SQUIRREL ARMOUR ROD	P.A.V.	M.RAPAPA H.OELDENHUIS	27.08.00								
5	MSN No., SHORT AND TECH. DESCRIPTIONS CHANGED	P.A.V.	N.RAPAPA B. HILL	01.09.98								
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	ALTH	DATE	REF. DRAWINGS						
AUTH:	P. CROWDY	DATE:	14.07.95	SCALE		SAP. No. AS ABOVE						
CHKD:	J. SWAN	DATE:	14.07.95	CAD REF. SERIES 3000								
DRAWN:	P.A. VERMAAK	DATE:	26.04.95	FILE No. 3064								
				D-DT-3064		<table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>8</td> </tr> </table>	SET	SHEET	REVISION	2	1	8
SET	SHEET	REVISION										
2	1	8										



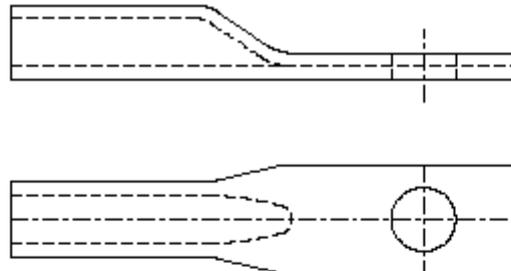
NOTE :
SKETCH NOT FOR MANUFACTURING PURPOSES.

SAP MATERIAL No. 0D11042
SHORT DESCRIPTION DEAD END,HELICALLY FORMED SQR/ACAC D3065
TECH DESCRIPTION
HELICALLY FORMED DEAD END * ALUMINIUM ALLOY *
CONDUCTOR COLOUR CODE ORANGE *
USED ON BARE SQUIRREL AND ACACIA CONDUCTOR OR EQUIVALENT *
PACKED IN CARTON AND INDIVIDUALLY LABELLED *
ESKOM DRAWING No. D-DT-3065 *

SAP MATERIAL No. 0168472
SHORT DESCRIPTION DEAD END,HELICALLY FORMED MAGPIE D3065
TECH DESCRIPTION
HELICALLY FORMED DEAD END * GALVANISED STEEL *
CONDUCTOR COLOUR CODE GREEN *
USED ON BARE MAGPIE CONDUCTOR OR EQUIVALENT *
PACKED IN CARTON AND INDIVIDUALLY LABELLED *
ESKOM DRAWING No. D-DT-3065 *

ITEM	:- DEAD END,HELICALLY FORMED										
MATERIAL SPECIFICATION	:- ALUMINIUM ALLOY										
CORROSION SPECIFICATION	:- SANS 182-5										
STANDARD SPECIFICATION	:- BS 3288										
ESKOM SPECIFICATION	:- SCSSCAAN4										
TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS	:-										
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no						
IDENTIFICATION	:- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS										
6	STANDARD SABS CHANGED TO SANS	D.D.N.	PAVERMAN	05.01.2005							
7	LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D.	D.D.N.	P.VERMAK	J.SCHULTZ	10.05.04						
8	ACACIA ITEM TO BE INCORPORATED WITH SQUIRREL AND 25/50mm ARE REMOVED	P.A.V.	G.STANFORD	P. CROMBY	03.03.00						
5	NSM No., SHORT AND TECH DESCRIPTIONS CHANGED AND ADDITION ITEMS ADDED	P.A.V.	MRAFAPA	A. ABRUSIE	02.09.98						
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	ALTH	DATE	REF. DRAWINGS					
AUTH:	S.A. OLLIERS	DATE:	MARCH 93	SCALE							
CHKD:		DATE:		CAD REF. SERIES 3000							
DRAWN:	A.STEWART	DATE:	10-11-1992	FILE No. 3065							
						SAP. No. AS ABOVE					
						D-DT-3065	<table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>8</td> </tr> </table>	SET	SHEET	REVISION	2
SET	SHEET	REVISION									
2	1	8									

 <p style="text-align: center;">GRIP (GUY)</p>																					
<p>SAP MATERIAL No. 0168541 SHORT DESCRIPTION GUYGRIP,D/END ST COND 3/3,35 D3069 TECH DESCRIPTION (GUY) GRIP DEAD END * STEEL * HOT DIPPED GALVANISED * FOR USE WITH 1100MPA STAY WIRE 3/3.35 * COLOUR CODE BLACK * APPROXIMATE LENGTH OF FITTING ±660mm * PACKED IN CARTON & INDIVIDUALLY LABELLED * ESKOM DRAWING NO. D-DT-3069 *</p>																					
<p>SAP MATERIAL No. 0010850 SHORT DESCRIPTION GUYGRIP,D/END ST COND 7/4 D3069 TECH DESCRIPTION (GUY) GRIP DEAD END * STEEL * HOT DIPPED GALVANISED * FOR USE WITH 1100MPA STAY WIRE 7/4.0 * COLOUR CODE GREEN * APPROXIMATE LENGTH OF FITTING ±960mm * PACKED IN CARTON & INDIVIDUALLY LABELLED * ESKOM DRAWING NO. D-DT-3069 *</p>																					
<p>ITEM :- GUYGRIP,D/END ST COND</p>																					
<p>MATERIAL SPECIFICATION :-</p>																					
<p>CORROSION SPECIFICATION :- SANS 182-5</p>																					
<p>STANDARD SPECIFICATION :- SANS 182</p>																					
<p>ESKOM SPECIFICATION :- SCSSCAAN4</p>																					
<p>TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS :-</p>																					
INSPECTION	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">yes</td> <td style="width: 25%;">no</td> <td style="width: 50%;">ESKOM RELEASE NOTE</td> <td style="width: 25%;">yes</td> <td style="width: 25%;">no</td> </tr> </table>	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no															
yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no																	
<p>IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS</p>																					
8	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">STANDARD SABS CHANGED TO SANS</td> <td style="width: 10%;">D.D.N.</td> <td style="width: 20%;">P.VERMAK</td> <td style="width: 20%;">23.11.04</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>D.D.N.</td> <td>P.VERMAK</td> <td>J.SCHOLTZ</td> <td>15.06.04</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>P.A.V.</td> <td>B. HILL</td> <td>M. RAPAPA</td> <td>15.07.98</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>P.A.V.</td> <td>A.ABROSE</td> <td>D. PILLAY</td> <td>21.01.98</td> </tr> </table>	STANDARD SABS CHANGED TO SANS	D.D.N.	P.VERMAK	23.11.04		7	D.D.N.	P.VERMAK	J.SCHOLTZ	15.06.04	8	P.A.V.	B. HILL	M. RAPAPA	15.07.98	5	P.A.V.	A.ABROSE	D. PILLAY	21.01.98
STANDARD SABS CHANGED TO SANS	D.D.N.	P.VERMAK	23.11.04																		
7	D.D.N.	P.VERMAK	J.SCHOLTZ	15.06.04																	
8	P.A.V.	B. HILL	M. RAPAPA	15.07.98																	
5	P.A.V.	A.ABROSE	D. PILLAY	21.01.98																	
REV	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">REVISION DESCRIPTION</th> <th style="width: 10%;">BY</th> <th style="width: 10%;">CHKD</th> <th style="width: 10%;">ALTH</th> <th style="width: 10%;">DATE</th> <th style="width: 10%;">REF. DRAWINGS</th> </tr> </table>	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	ALTH	DATE	REF. DRAWINGS														
REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	ALTH	DATE	REF. DRAWINGS																
AUTH:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">P. CROWDY</td> <td style="width: 20%;">DATE: 17-07-95</td> <td style="width: 20%;">SCALE</td> <td rowspan="3" style="width: 20%; text-align: center;">  </td> <td rowspan="3" style="width: 20%;">SAP. No. AS ABOVE</td> </tr> <tr> <td>CHKD:</td> <td>J. SWAN</td> <td>DATE: 17-07-95</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">SET</td> <td style="width: 33%;">SHEET</td> <td style="width: 33%;">REVISION</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>DRAWN:</td> <td>A. STEWART</td> <td>DATE: 10-11-1992</td> <td style="text-align: center;"> FILE No. 3069 D-DT-3069 </td> </tr> </table>	P. CROWDY	DATE: 17-07-95	SCALE		SAP. No. AS ABOVE	CHKD:	J. SWAN	DATE: 17-07-95	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">SET</td> <td style="width: 33%;">SHEET</td> <td style="width: 33%;">REVISION</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> </table>	SET	SHEET	REVISION	1	1	8	DRAWN:	A. STEWART	DATE: 10-11-1992	FILE No. 3069 D-DT-3069	
P. CROWDY	DATE: 17-07-95	SCALE		SAP. No. AS ABOVE																	
CHKD:	J. SWAN	DATE: 17-07-95					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">SET</td> <td style="width: 33%;">SHEET</td> <td style="width: 33%;">REVISION</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> </table>	SET	SHEET	REVISION	1	1	8								
SET	SHEET	REVISION																			
1	1	8																			
DRAWN:	A. STEWART	DATE: 10-11-1992	FILE No. 3069 D-DT-3069																		



NOTE :
SKETCH NOT FOR MANUFACTURING PURPOSE.

SAP MATERIAL No. 0180039
SHORT DESCRIPTION LUG,AL 6.3-9.0DIA IB M12 ODEG 1/C D3074
TECH. DESCRIPTION

TERMINAL LUG * COMPRESSION INDENT CRIMP * ALUMINIUM *
LUG 0 DEGREES * PALM HOLE M12 BOLT CLEARANCE *
CONDUCTOR : MAGPIE 6.35mm DIA., SQUIRREL 6.33mm DIA. OR
ACACIA 6.24mm DIA. AND FOX 6.37mm DIA OR 35 6.31mm DIA. *
CONDUCTOR COLOUR CODE ORANGE, GREEN AND BLUE *
MAXIMUM TUBE INSIDE DIAMETER OF 9.0mm DIA. *
FILLED WITH JOINTING COMPOUND AND CAPPED *
INDIVIDUALLY PACKED IN SEALED PLASTIC BAG *
FOR USE WITH HYDRAULIC 4-POINT SHALLOW INDENTATION CRIMPING TOOL *
ESKOM DRAWING No. D-DT-3074 *

ITEM	* - LUG,ALUMINIUM INDENT CRIMP											
MATERIAL SPECIFICATION	* -											
CORROSION SPECIFICATION	* -											
STANDARD SPECIFICATION	* -											
ESKOM SPECIFICATION	* - SCSSCAAG5											
TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS	* - TYPE TEST AND PRODUCTION SAMPLE TEST											
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	YES	NO							
IDENTIFICATION	:- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS FITTING REF., CONDUCTOR SIZE, DIE SIZE AND CRIMPING RANGE											
6	LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D.		D.D.H.	P.VERMAAK	J.SCHULTZ	16.06.01						
5	SET-UP UPPER LIMIT ON TUBE SIZES CHANGED		P.A.V.	E.STAMFORD	B. HILL	1.07.00						
4	ALL LUGS REPLACED WITH RANGE TAKING LUGS		P.A.V.	E.STAMFORD	P.CROWDY	28.03.00						
3	D99D TO 076 009 REMOVED FROM SHT.3, IPR 4 HORNET COND. SIZE CORRECTED & C/CRIMPS REMOVED		P.A.V.	E.STAMFORD	N. RAPAPA	25.1.98						
REV	REVISION DESCRIPTION		BY	CHKD	ALTH	DATE	REF. DRAWINGS					
AUTH:	P. CROWDY	DATE:	17.07.1995	SCALE			SAP. No.					
CHKD:	J. SWAN	DATE:	17.07.1995	CAD REF. SERIES 3000			AS ABOVE					
DRAWN:	P.A. VERMAAK	DATE:	07.06.1995	FILE NO. 3074			<table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>5</td> </tr> </table>	SET	SHEET	REVISION	2	1
SET	SHEET	REVISION										
2	1	5										
D-DT-3074												

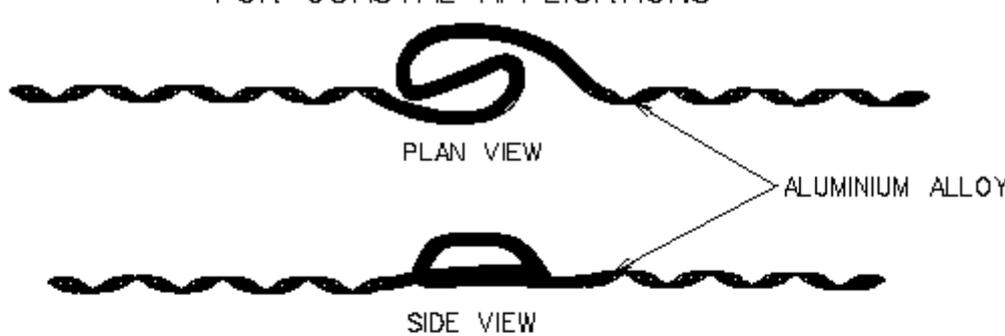


NOTE :
DRAWING NOT FOR MANUFACTURING PURPOSES.

SAP MATERIAL No. 0180581
 SHORT DESCRIPTION TIE,SIDE GROVE B/ACACIA+SQUIR COAST D3080
 TECH DESCRIPTION
 SIDE GROOVE TIE * COASTAL * ALUMINIUM ALLOY OR STAINLESS STEEL *
 CONDUCTOR COLOUR CODE ORANGE * INCLUDES NEOPRENE PADDING *
 USED ON BARE ACACIA AND BARE SQUIRREL CONDUCTOR *
 FOR TYPE F-NECK INSULATORS *
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3080 *

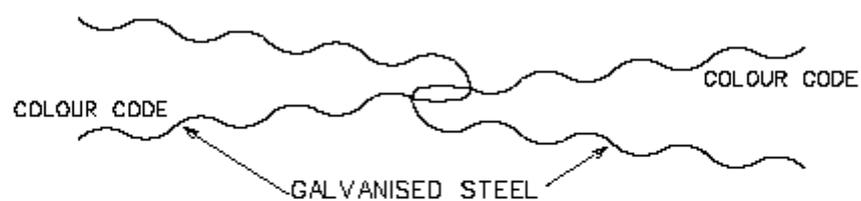
ITEM	:- SIDE GROOVE TIE											
MATERIAL SPECIFICATION	:- ALUMINIUM ALLOY OR GALVANISED STEEL											
CORROSION SPECIFICATION	:- SANS 1B2-5											
STANDARD SPECIFICATION	:- BS 3288											
ESKOM SPECIFICATION	:- SCSSCAAN4											
TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS:-												
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no							
IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS												
11	STANDARD SABS CHANGED TO SANS	D.D.N.	P.A.VERMAAK	23.11.04								
10	CHICADEE AND KINGBIRD SIDE TIES ADDED	P.A.V.	B. HILL	B. HILL	06.10.2003							
9	NEOPRENE PADDING REMOVED FROM INLAND DEPTIONS	P.A.V.	B. HILL	B. HILL	29.07.2002							
8	RANGE TAKING CHANGED ON CERTAIN COASTAL SIDE TIES	P.A.V.	B. HILL	A. BEKKER	14.02.2002							
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	ALTH	DATE	REF. DRAWINGS						
AUTH:	T.R. BRODING	DATE:	SCALE			SAP. No.						
CHKD:		DATE:	CAD REF. SERIES 3000			AS ABOVE						
DRAWN:	A. STEWART	DATE:	10-11-1992	FILE No. 3080		D-DT-3080	<table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1</td> <td>11</td> </tr> </table>	SET	SHEET	REVISION	4	1
SET	SHEET	REVISION										
4	1	11										

**WRAPLOCK (TOP) TIE
FOR COASTAL APPLICATIONS**



OR

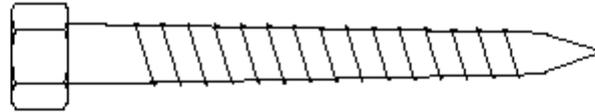
**TOP TIE
FOR INLAND APPLICATIONS**



SAP MATERIAL No. 016B641
 SHORT DESCRIPTION TIE, TOP GROOVE B/SQR INLAND D3081
 TECH DESCRIPTION
 TOP GROOVE TIE * INLAND * GALVANISED STEEL *
 COLOUR CODE ORANGE *
 USED ON BARE SQUIRREL CONDUCTOR *
 FOR F-NECK TYPE INSULATORS *
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3081 *

ITEM		:- TOP GROOVE TIE INLAND & COASTAL				
MATERIAL SPECIFICATION		:- ALUMINIUM ALLOY OR GALV. STEEL				
CORROSION SPECIFICATION		:- SANS 182-5				
STANDARD SPECIFICATION		:- BS 3288				
ESKOM SPECIFICATION		:- SCSSCAN4				
TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS:-						
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no	
IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS						
12	ALM. ALY REMOVED IN INLAND, KINGBIRD ADDED AND NOTE ADDED IN TECH. DESCRIPTION	D.D.N.	B. HILL	B. HILL	17.08.05	
11	STANDARD SABS CHANGED TO SANS	D.D.N.	P. AVERMAAK		23.11.04	
10	HORNET INLAND TOP GROOVE ADDED	P.A.V.	B. HILL	B. HILL	08.11.04	
9	CHICADEE TOP GROOVE ADDED	P.A.V.	B. HILL	B. HILL	21.09.04	
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	AUTH	DATE	REF. DRAWINGS
ALTH:	S.A. CILUERS	DATE:	10.01.1994	SCALE	N.T.S	 SAP. No. AS ABOVE
CHKD:		DATE:		CAD REF.	SERIES 3000	
DRAWN:	Z. WATSON	DATE:	14-09-1992	FILE No.	3081	D-DT-3081 SET SHEET REVISION 4 1 12

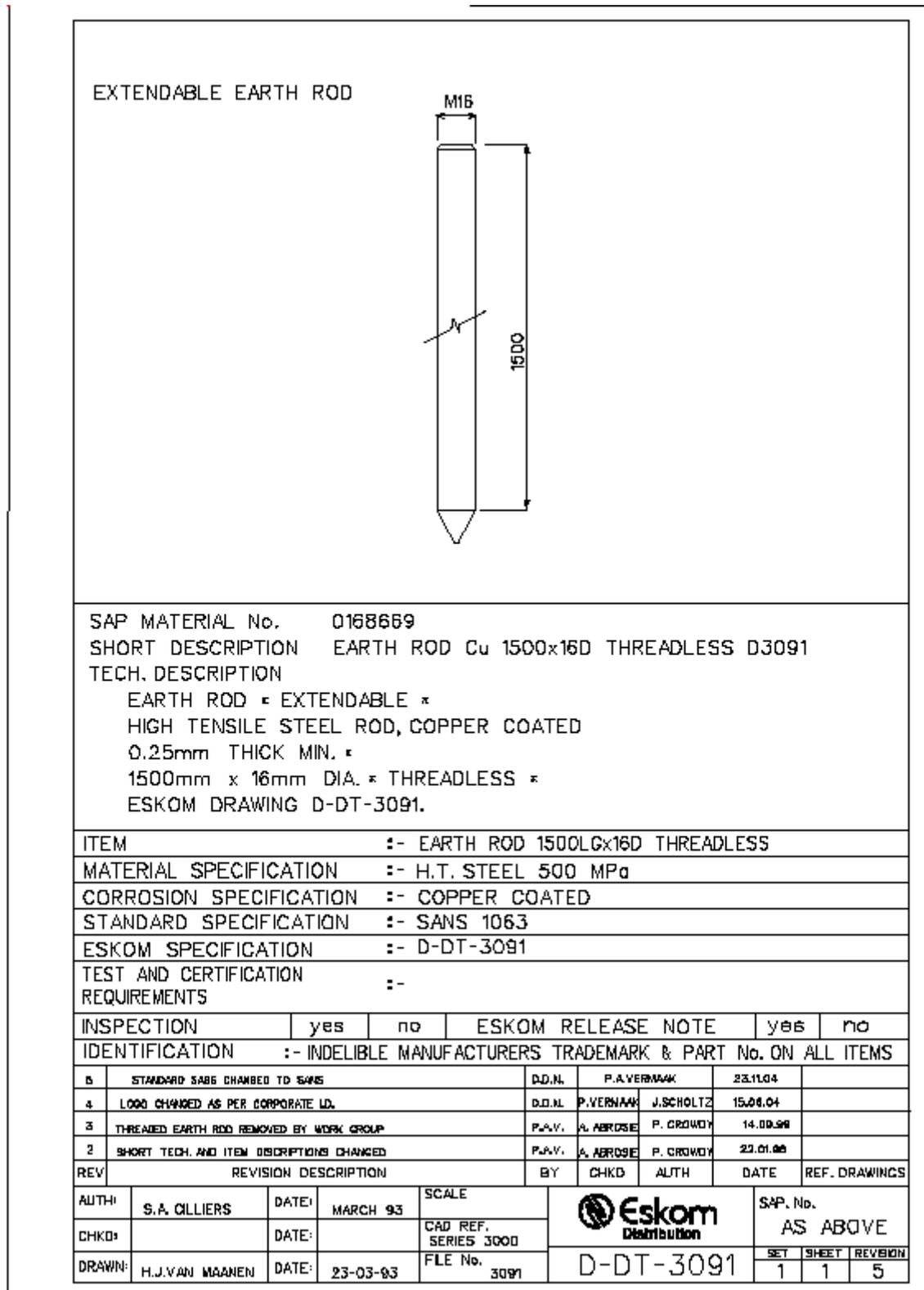
...User\dgn\dms00384\3081 R12.dgn 2005/07/18 03:08:22

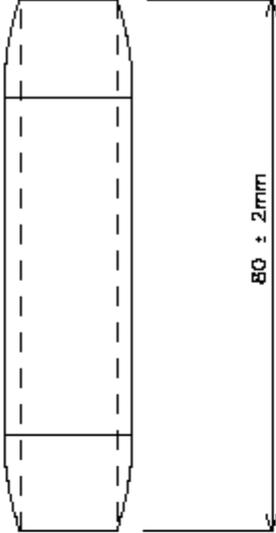


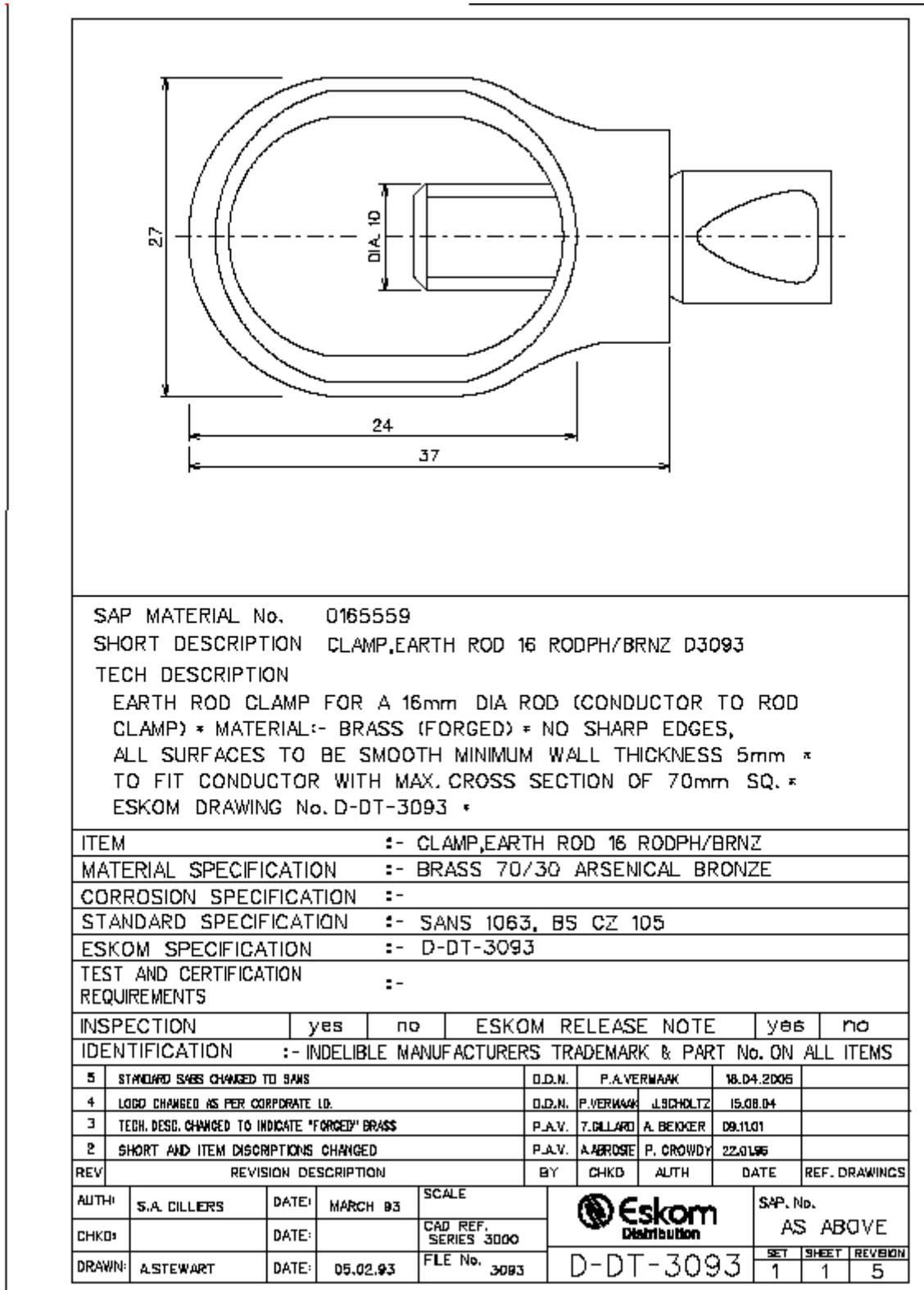
NOTE :
SKETCH NOT FOR MANUFACTURING PURPOSES.

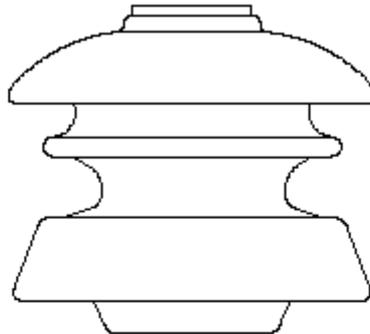
SAP MATERIAL No. D163B03
 SHORT DESCRIPTION COACH SCREW,GALV 75x12 HEX HD D3090
 TECH. DESCRIPTION
 HEXAGON HEAD SCREW (COACH SCREW) *
 HOT DIPPED GALVANISED * HEX HEAD * 12mm DIA THREAD *
 LENGTH 75mm * WOOD SCREW THREAD * PURCHASED IN kg's *
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3090 *

ITEM	:- COACH SCREW,GALVANISED										
MATERIAL SPECIFICATION	:- SANS 1431										
CORROSION SPECIFICATION	:- SANS 121 OR ISO 1461										
STANDARD SPECIFICATION	:- SANS 1171										
ESKOM SPECIFICATION	:-										
TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS	:-										
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no						
IDENTIFICATION	:- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS										
7	STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED	D.D.N.	P.A.VERNAK	18.04.2003							
8	STANDARD SANS CHANGED TO SANS	D.D.N.	P.A.VERNAK	23.11.04							
5	LOGO CHANGED AS PER CORPORATE LD.	D.D.N.	P.VERMAK J.SCHOLTZ	15.08.04							
4	PURCHASING REQUIREMENT SHOWN	P.A.V.	M.RAPAPA A.ABROSE	03.08.08							
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	ALTH	DATE REF. DRAWINGS						
AUTH:	S.A. DILLERS	DATE:	MARCH 93	SCALE	SAP. No. AS ABOVE						
CHKD:		DATE:		CAD REF. SERIES 3000							
DRAWN:	A.STEWART	DATE:	08-03-93	FILE No. 3090							
				D-DT-3090	<table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>7</td> </tr> </table>	SET	SHEET	REVISION	1	1	7
SET	SHEET	REVISION									
1	1	7									



											
SAP MATERIAL No. 016866B SHORT DESCRIPTION EARTH ROD COUPLER,P/BR THREADLESS D3092 TECH. DESCRIPTION EARTH ROD COUPLER * THREADLESS * TAPERED SPLINES IN COUPLER BORE TO ENSURE GOOD CONNECTION * OVERALL LENGTH 80 ± 2 * ESKOM DRAWING D-DT-3092 *											
ITEM	:- EARTH ROD COUPLER,P/BR M16x80L										
MATERIAL SPECIFICATION	:- SANS 1063										
CORROSION SPECIFICATION	:-										
STANDARD SPECIFICATION	:- SANS 1063										
ESKOM SPECIFICATION	:-										
TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS	:-										
INSPECTION	yes no ESKOM RELEASE NOTE yes no										
IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS											
5	STANDARD SANS CHANGED TO SANS	D.O.N.	P.AYERMAK	23.11.04							
4	LOGO CHANGED AS PER CORPORATE ID.	D.O.N.	P.VERMAAK J.SCHOLTZ	16.08.04							
3	THREADED EARTH ROD REMOVED	P.A.V.	A.BROSIE P.CROWDY	14.09.00							
2	SHORT AND ITEM DESCRIPTIONS CHANGED	P.A.V.	A.BROSIE P.CROWDY	22.01.88							
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	ALTH	DATE	REF. DRAWINGS					
AUTH:	S.A. CILLIERS	DATE:	MARCH 93	 SAP. No. AS ABOVE							
CHKD:		DATE:									
DRAWN:	H.J.VAN MAANEN	DATE:	23-03-93								
		SCALE	CAD REF. SERIES 3000 FILE No. 3092		D-DT-3092						
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> </table>		SET	SHEET	REVISION	1	1	5
SET	SHEET	REVISION									
1	1	5									





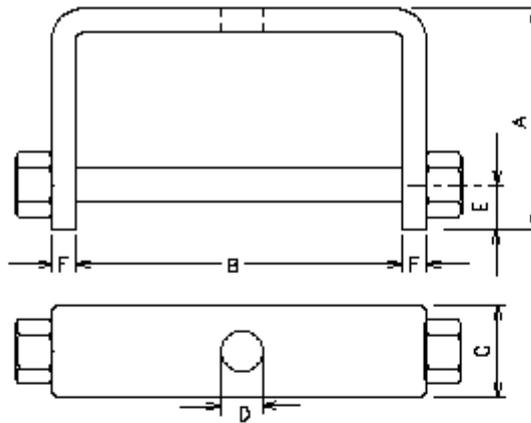
SAP MATERIAL No. D167321
 SHORT DESCRIPTION INSUL,SHACKLE 75HTx88DIA PORC D3094
 TECH DESCRIPTION

SHACKLE INSULATOR * OVERALL HEIGHT 75mm *
 OVERALL DIA. 88mm * WAIST DIA. 41mm *
 MOUNTING HOLE DIAMETER 17mm * PORCELAIN *
 DRY WITHSTAND VOLTAGE 25kV * WET WITHSTAND VOLTAGE 14kV
 PUNCTURE VOLTAGE 39kV * MECHANICAL STRENGTH 17.80kN *
 USED ON LOW VOLTAGE APPLICATION *
 ESKOM DRAWING NO D-DT-3094 *

ITEM	:- INSUL,SHACKLE PORCEL				
FAILING LOAD (kN)	:-				
CREEPAGE DISTANCE (mm)	:-				
MATERIAL SPECIFICATION	:- YES				
STANDARD SPECIFICATION	:- SANS 161				
ESKOM SPECIFICATION	:-				
TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS	TYPE TEST AT MIN FAILING LOAD AND CERTIFICATE :- EACH ITEM TO BE ROUTINE TESTED TO 60% MIN FAILING LOAD				
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no
IDENTIFICATION	:- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS				
7	STANDARD SANS CHANGED TO SANS	D.D.N.	P.VERMAAN	23.11.04	
8	LOGO CHANGED AS PER CORPORATE LD.	D.D.N.	P.VERMAAN J.SCHULTZ	13.06.04	
5	100 HT. x 74mm DIA SHACKLE INSULATOR ADDED	P.A.V.	H. ROPAPA P. CROWDY	08.08.88	
4	165H 3070 IN 40+ DING REPLACED WITH 3070 IN 40+ 2242 AND DRAWING FORMAT CHANGED	P.A.V.	D. PILLAY P. CROWDY	10.08.97	
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	ALTH	DATE REF. DRAWINGS
AUTH:	S.A. CLLIERS	DATE:	10.01.94	SCALE	SAP. No. AS ABOVE
CHKD:		DATE:		CAD REF. SERIES 3000	
DRAWN:	A.STEWART	DATE:	08-03-93	FILE No. 3094	
D-DT-3094					SET SHEET REVISION 2 1 7

NOTE :

BRACKET SUITABLE FOR S.1 AND S.05 SIZE LV SHACKLE INSULATORS



A	B	C	D	E	F	BOLTS
120	91	50	17.5	20	6	M16x125

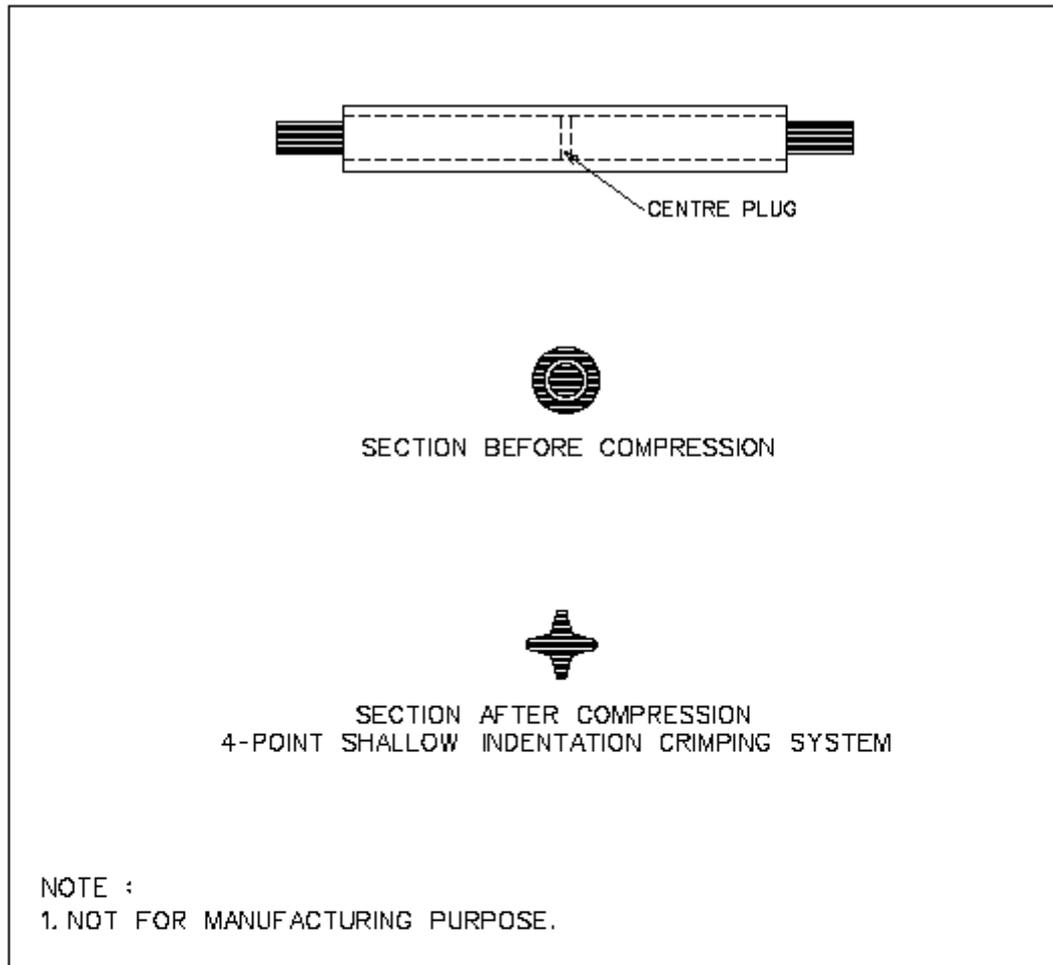
SAP MATERIAL No. 0168776

SHORT DESCRIPTION BRACKET, D GALV 120x50x91 17.5mm D3096

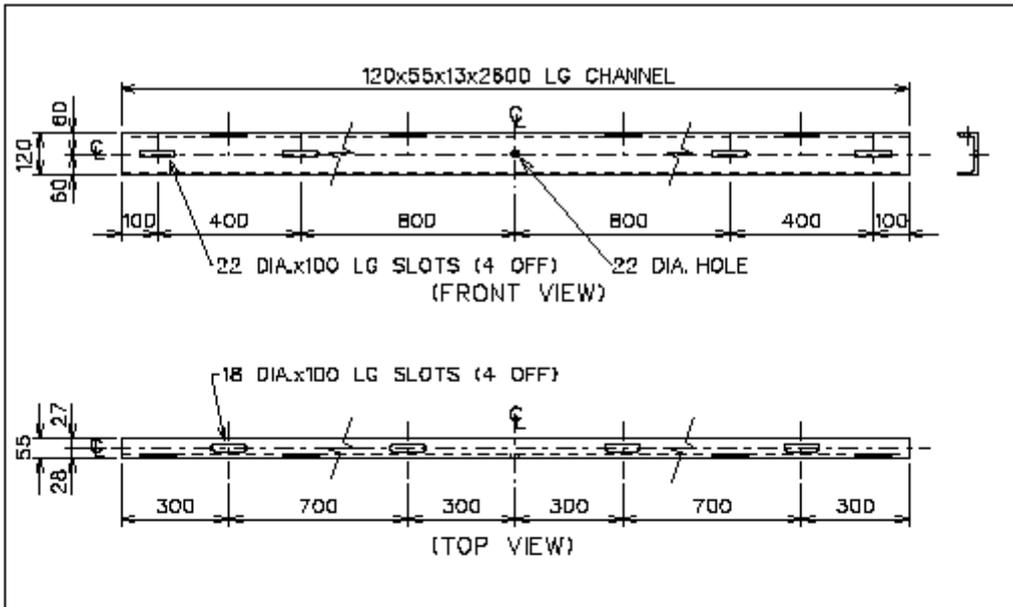
TECH DESCRIPTION

D-BRACKET FOR SHACKLE INSULATOR *
 GRADE 300W STEEL * HOT DIPPED GALVANISED *
 MATERIAL DIMENSIONS 50mm WIDE x 6mm THICK FLAT STEEL *
 SUPPLIED WITH HEX. BOLT M16x125 AND ONE HEX. NUT *
 17.5mm DIA. HOLE *
 ALL OF THE ABOVE PACKAGED AS A UNIT.
 ALL PACKAGING IS TO BE SUITABLE FOR STORAGE OUTDOORS *
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3096 *

ITEM	:- BRACKET, D GALV											
MATERIAL SPECIFICATION	:- SANS 1431											
CORROSION SPECIFICATION	:- SANS 121 OR ISO 1461											
STANDARD SPECIFICATION	:-											
ESKOM SPECIFICATION	:- D-DT-3096											
TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS	:-											
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE			yes no						
IDENTIFICATION	:- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS											
8	STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED		D.D.N.	P.A.VERMAAK	18.04.2005							
7	STANDARD SABS CHANGED TO SANS		D.D.N.	P.A.VERMAAK	23.11.2004							
6	LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D. AND NOTE RE. PACKAGING ADDED		D.D.N. P.A.V.	B. HILL	B. HILL	03.05.2004						
5	135x50x102 D-BRACKET ADDED		P.A.V.	S.DHLAMINI. RAPAPA	04.01.1999							
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	AUTH	DATE	REF. DRAWINGS						
AUTH:	P. CROWDY	DATE:	14.07.1995	SCALE		SAP. No. AS ABOVE						
CHKD:	J. SWAN	DATE:	14.07.1995	CAD REF. SERIES 300D								
DRAWN:	P.A. VERMAAK	DATE:	30.03.1995	FILE No. 3096								
						D-DT-3096 <table border="1"> <thead> <tr> <th>SET</th> <th>SHEET</th> <th>REVISION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>	SET	SHEET	REVISION	2	1	8
SET	SHEET	REVISION										
2	1	8										

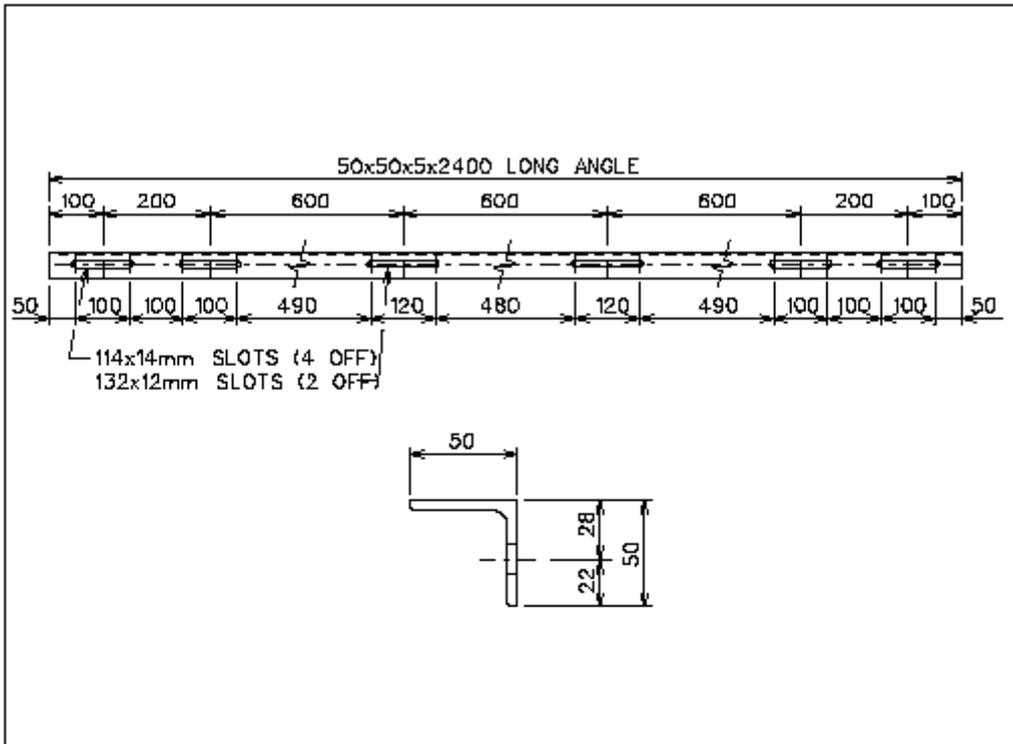


ITEM	:- JOINT, NON-TENSION BI-METAL AND ALUMINIUM											
MATERIAL SPECIFICATION	:-											
CORROSION SPECIFICATION	:-											
STANDARD SPECIFICATION	:-											
ESKOM SPECIFICATION	:- SCSSCAAG5/SCSSCAAU5											
TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS	:- TYPE TEST AND PRODUCTION SAMPLE TEST											
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no							
IDENTIFICATION	:- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS FITTING REF., CONDUCTOR SIZE, DIE SIZE AND CRIMPING RANGE											
9	6-BAL 32.3, 85.4 CU, 8-9AL 85.4CU, CHC AL-D.025 CU, CHC AL-D.05 CU, CHC AL-D.01 CU, 6-BAL - 8-15AL D, CHC-CHC & CHC - DAK/HAR ADDED & 0185798, 0185797, 0185802, 0185803, 0185859 & 0185836 C/CRIMPS REMOVED	P.A.V.	B. HILL	B. HILL	21.09.04							
8	LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D.	D.D.N.	P.VERMAAK	J.SCHOLTZ	15.08.04							
7	SET-UP UPPER LIMIT ON TUBE SIZES CHANGED	P.A.V.	G.STANFORD	B. HILL	11.07.00							
6	SAP No.'s CORRECTED FOR 4.5-8.0 & 7.4-15.0 AND HORNET SAP No. CORRECTED	P.A.V.	G.STANFORD	P. CROWDY	02.03.00							
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	AUTH	DATE	REF. DRAWINGS						
ALTH:	P. CROWDY	DATE:	17-07-95	SCALE	 SAP. No. AS ABOVE							
CHKD:	J. SWAN	DATE:	17-07-95	CAD REF. SERIES 3000								
DRAWN:	P.A. VERMAAK	DATE:	23.05.1995	FILE No. 3098								
					D-DT-3098	<table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>1</td> <td>9</td> </tr> </table>	SET	SHEET	REVISION	8	1	9
SET	SHEET	REVISION										
8	1	9										



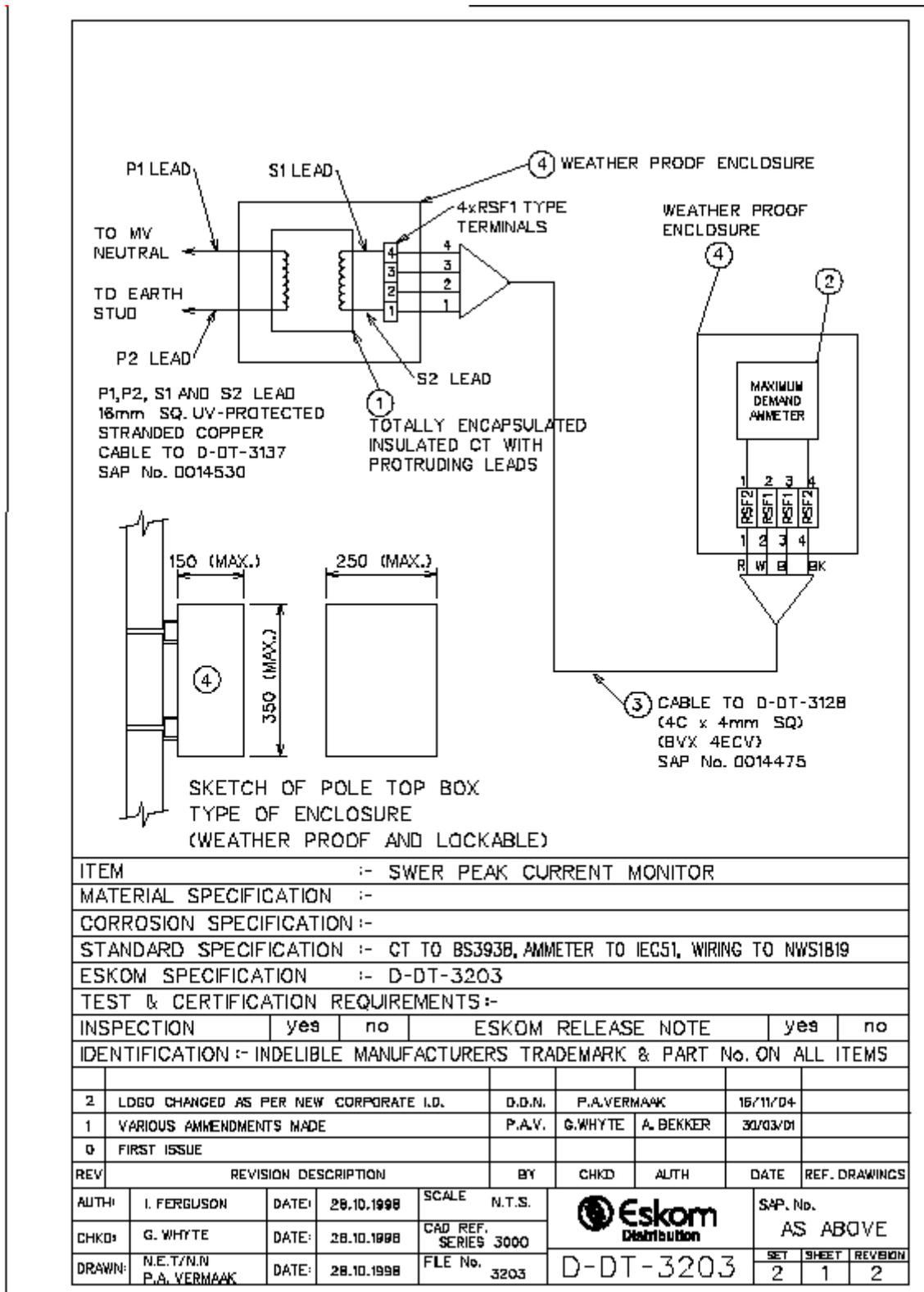
SAP MATERIAL No. 0175465
 SHORT DESCRIPTION PLATFORM,EQUIP H-POLE 2600mm LG. D3020
 TECHN. DESCRIPTION
 H-POLE MOUNTED EQUIPMENT PLATFORM *
 MATERIAL GRADE 300 W STEEL * HOT DIPPED GALVANISED *
 CONSISTING OF :
 120x55x13x2600 LONG CHANNELS (2 OFF),
 M20x450 THREADED RODS (D-DT-3015) (4 OFF) AND 12x75 LONG
 COACH SCREWS (D-DT-3090) (4 OFF) * ALL OF THE ABOVE PACKAGED
 AS A UNIT. ALL PACKAGING IS TO BE SUITABLE FOR STORAGE OUTDOORS *
 TOLERANCES ON DIMENSIONS ±2mm AND ON DRILLING CENTRES ±1mm *
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3020 *

ITEM	:- PLATFORM,EQUIP H-POLE 2600mm LG.							
MATERIAL SPECIFICATION	:- SANS 1431							
CORROSION SPECIFICATION	:- SANS 121 OR ISD 1461							
STANDARD SPECIFICATION	:-							
ESKOM SPECIFICATION	:- D-DT-3020							
TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS	:-							
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no			
IDENTIFICATION	:- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS							
7	STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED	D.D.N.	P.A.VERMAAK	08.04.2004				
8	STANDARD SANS CHANGED TO SANS	D.D.N.	P.A.VERMAAK	18.11.2004				
5	NOTE RE. PACKAGING ADDED	P.A.V.	B. HILL	B. HILL	03.08.2004			
4	ASSEMBLED MASS REMOVED FROM TECH. DESCRIPTION	P.A.V.	R.THERON	R. THERON	10.03.2003			
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	ALTH	DATE	REF. DRAWINGS		
AUTH:	P.CROWDY	DATE:	14.07.1995	SCALE	1:15 + 1:10			
CHKD:	J.SWAN	DATE:	14.07.1995	CAD REF.	SERIES 3000			
DRAWN:	P.A.VERMAAK	DATE:	13.01.1995	FILE No.	3020			
						SAP. No.		
						AS ABOVE		
				D-DT-3020		SET	SHEET	REVISION
						1	1	7



SAP MATERIAL No. 0168265
 SHORT DESCRIPTION BRACKET,TYPE F METER BOX 2400LG D3022
 TECH DESCRIPTION
 MILD STEEL ANGLE * GRADE 300W STEEL *
 HOT DIPPED GALVANISED *
 MILD STEEL ANGLE IRON 50x50x5mm 2400mm LONG *
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3022 *

ITEM	:- BRACKET,TYPE F METER BOX 2400LG				
MATERIAL SPECIFICATION	:- SANS 1431				
CORROSION SPECIFICATION	:- SANS 121 OR ISO 1461				
STANDARD SPECIFICATION	:-				
ESKOM SPECIFICATION	:- D-DT-3022				
TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS:-					
INSPECTION	yes	no	ESKOM RELEASE NOTE	yes	no
IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS					
8	STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED	D.D.N.	P.A.VERMAAK	08.04.2005	
7	STANDARD SABS CHANGED TO SANS	D.D.N.	P.A.VERMAAK	18.11.2004	
6	TWO MIDDLE SLOT CHANGED TO 120x12mm	P.A.V.	J.MAIDU G. WHYTE	03.06.2004	
5	CHANNEL REDESIGNED	C.GREY P.A.V.	T.GILLARD G. WHYTE	11.11.2002	
REV	REVISION DESCRIPTION	BY	CHKD	ALTH	DATE REF. DRAWINGS
AUTH:	P. CROWDY	DATE:	14.07.1995	SCALE	1 : 10
CHKD:	J. SWAN	DATE:	14.07.1995	CAD REF. SERIES	3000
DRAWN:	P.A. VERMAAK	DATE:	13.01.1995	FILE No.	3022
			Eskom Distribution		SAP. No. AS ABOVE
			D-DT-3022		SET SHEET REVISION
					1 1 8



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:	REFERENCE	REV
RÉSEAU MT:	SWER-BF 01	1
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV	PAGE 203	SUR 214

ANNEXE I

Photos

(Information)

Photos de solutions pratiques basées sur l'utilisation de supports métalliques



Disjoncteur triphasé utilisé comme monophasé. Garango



Transformateur d'isolement. Garango



Transformateur d'isolement. Garango



Transformateur d'isolement et, plus loin, disjoncteur SWER. Garango



Support d'alignement SWER. Entre Garango et Béguédo



Poste de comptage. Béguédo



Poste de comptage. Béguédo



Poste de distribution. Béguedo



Puits de grand diamètre pour électrode verticale. Béguédo

ANNEXE J

Tableau de conversion SWG/mm

SWG (Standard Wire Gauge) est un système de numérotation des diamètres standards de conducteurs.

SWG gauge no.	Diameter Inches	Diameter mm
7/0	0.500	12.7
6/0	0.464	11.786
5/0	0.432	10.973
4/0	0.400	10.160
3/0	0.372	9.449
2/0	0.348	8.839
0	0.324	8.230
1	0.300	7.620
2	0.276	7.010
3	0.252	6.401
4	0.232	5.893
5	0.212	5.385
6	0.192	4.877
7	0.176	4.470
8	0.160	4.064
9	0.144	3.658
10	0.128	3.251
11	0.116	2.946
12	0.104	2.642
13	0.092	2.337
14	0.080	2.032
15	0.072	1.8288
16	0.064	1.6256
17	0.056	1.4224
18	0.048	1.2192
19	0.040	1.0160

20	0.036	0.9144
21	0.032	0.8128
22	0.028	0.7112
23	0.024	0.6096
24	0.022	0.5588
25	0.020	0.5080
26	0.018	0.4572
27	0.0164	0.4166
28	0.0148	0.3759
29	0.0136	0.3454
30	0.0124	0.3150
31	0.0116	0.2946
32	0.0108	0.2743
33	0.0100	0.2540
34	0.0092	0.2337
35	0.0084	0.2134
36	0.0076	0.1930
37	0.0068	0.1727
38	0.0060	0.1524
39	0.0052	0.1321
40	0.0048	0.1219
41	0.0044	0.1118
42	0.0040	0.1016
43	0.0036	0.0914
44	0.0032	0.0813
45	0.0028	0.0711
46	0.0024	0.0610
47	0.0020	0.0508
48	0.0016	0.0406
49	0.0012	0.0305
50	0.0010	0.0254