

ST N° T18-P18

REDRESSEURS REGULES 127Vcc

Edition Juin 2023

SOMMAIRE

1. DOMAINE D'APPLICATION.....	3
2. NORMES DE REFERENCE	3
3. CONDITIONS DE SERVICE.....	5
3.1. Conditions climatiques	5
3.2. Conditions électriques de service.....	5
4. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES GENERALES DU REDRESSEUR.....	6
5. MODES DE FONCTIONNEMENT	7
5.1. Mode auto-régulé.....	7
5.2. Mode manuel	8
5.3. Mode autonome	8
6. SIGNALISATIONS, MESURES ET PROTECTION	8
6.1. Mesures.....	8
6.2. Automatismes de protection.....	8
6.3. Interface utilisateur du redresseur	10
6.4. Signalisations par contacts sur bornier.....	10
6.5. Signalisations à distance.....	10
7. COMMUNICATION ET GESTION INTELLIGENTE DE LA CHARGE	10
8. ESSAIS	11
8.1. Essais de type.....	11
8.2. Essais de routine	11
8.3. Essais supplémentaires	12
9. MONTAGE	12
10. DOCUMENTS TECHNIQUES ET LOGICIELS.....	13
11. SCHEMA UNIFILAIRE D'UN REDRESSEUR 127 Vcc	13

1. DOMAINE D'APPLICATION

La présente spécification technique s'applique aux redresseurs 127Vcc de type industriel destinés à être installés dans les services auxiliaires des postes THT/THT, THT/HT, HT/MT et MT/MT. C'est un redresseur destiné à fonctionner avec une batterie d'accumulateurs, au plomb ouvert/étanche ou nickel cadmium, en tampon sur l'installation alimentant différents équipements auxiliaires des postes électriques.

Le redresseur est un ensemble fonctionnel permettant la conversion électronique de puissance, constitué de plusieurs interrupteurs d'électronique de puissance, de transformateurs et de filtres nécessaires et d'autres accessoires. C'est un convertisseur alternatif-continu, alimenté en entrée par une tension alternative et délivre une tension de sortie continue. Il alimente un dispositif de stockage d'énergie et possède une fonction primaire visant à maintenir la continuité de l'alimentation en courant continu des charges.

La présente spécification technique établit les exigences non exhaustives de l'Office National d'Electricité-Branche Electricité, relatives au redresseur 127Vcc, en termes de conditions de fonctionnement, de conception, de fabrication, de caractéristiques techniques, ainsi que les exigences de performances et d'essai de type et de routine à réaliser dans le but d'établir leur conformité aux exigences demandées. L'objectif étant de satisfaire aux exigences de disponibilités et de qualité de l'énergie délivrée aux équipements des postes électriques.

2. NORMES DE REFERENCE

Les redresseurs 127Vcc doivent répondre aux dispositions de la présente Spécification Technique et à toutes les prescriptions qui n'y sont pas contraires, prévues dans les normes de référence, notamment :

Code norme	Désignation
NM EN 60146-1-1	Convertisseurs a semiconducteurs Exigences générales et convertisseurs commutés par le réseau Partie 1-1 : Spécification des exigences de base
NM IEC 62040-5-3	Systèmes d'alimentation sans interruption (ASI) - Partie 5-3: ASI de SORTIE CC - Exigences de performance et de test
NM 06.7.098	Procédure d'essai de type des ensembles redresseurs chargeurs batteries d'accumulateur
NM EN 61439-1	Ensembles d'appareillage à basse tension - Partie 1: Règles générales
NM EN 61439-2	Ensembles d'appareillage à basse tension - Partie 2: Ensembles d'appareillage de puissance
NM EN 60529	Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)

NM IEC 61558-1	Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et des combinaisons de ces éléments - Partie 1: Exigences générales et essais
NM IEC 61558-2-1	Sécurité des transformateurs, alimentations, bobines d'inductance et produits analogues - Partie 2-1: Règles particulières et essais pour transformateurs d'isolement à enroulements séparés et alimentations incorporant des transformateurs d'isolement à enroulements séparés pour applications d'ordre général
NM CEI 60623	Accumulateurs alcalins ou autres accumulateurs à électrolyte non acide éléments individuels parallélépipédiques rechargeables ouverts au nickel cadmium
NM EN 60896-11	Batteries stationnaires au plomb - Partie 11 : Batteries au plomb du type ouvert - Prescriptions générales et méthodes d'essai
NM EN 60896-21	Batteries stationnaires au plomb - Partie 21 : Types étanches à soupapes - Méthodes d'essais
NM EN 60896-22	Batteries stationnaires au plomb - Partie 22 : Types étanches à soupapes - Exigences
NM EN 62040-1	Alimentation sans interruption (ASI) - Partie 1 : Exigences générales et règles de sécurité pour les ASI
NM EN 62040-1-2	Alimentations sans interruption (ASI) - Partie 1-2 : prescriptions générales et règles de sécurité pour les ASI utilisées dans des locaux d'accès restreint
NM EN 62040-2	Alimentations sans interruption (ASI) - Partie 2 : Exigences pour la compatibilité électromagnétique (CEM)
NM EN 61000-6-2	Compatibilité électromagnétique (CEM) Partie 6-2 : Normes génériques Immunité pour les environnements industriels
NM EN 61000-6-4	Compatibilité électromagnétique (CEM) Partie 6-4 : Normes génériques Norme sur l'émission pour les environnements industriels
NM IEC 61850	Réseaux et systèmes de communication pour l'automatisation des systèmes électriques (Série des normes)
NM EN 60947-1	Appareillage à basse tension – Partie 1 : règles générales
NM EN 60947-2	Appareillage à basse tension – Partie 2 : disjoncteurs
NM EN 60947-3	Appareillage à basse tension – Partie 3 : interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles
NM EN 60269-1	Fusibles basse tension - Partie 1: Exigences générales
NM EN 60269-2	Fusibles basse tension - Règles supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes habilitées
NM EN 50160	Caractéristiques de la tension fournie par les réseaux publics de distribution

Les textes applicables sont ceux des éditions les plus récentes des normes précitées.

Toute autre norme reconnue comme assurant une qualité au moins équivalente est acceptée comme norme de référence.

3. CONDITIONS DE SERVICE

3.1. Conditions climatiques

- **Humidité relative et température ambiante**

Le redresseur doit se comporter conformément aux caractéristiques assignées lorsqu'il fonctionne dans les plages ambiantes minimales suivantes :

- Gamme de température de fonctionnement : -15 °C jusqu'à +45 °C ;
- Température de dimensionnement du redresseur : +45 °C
- Humidité relative maximale : 90% à température ambiante, sans condensation.

- **Altitude**

Un redresseur conforme doit être conçu de manière à fonctionner conformément aux caractéristiques assignées à une altitude inférieure ou égale à 1000m au-dessus du niveau de la mer.

Si le demandeur exige que le redresseur doit fonctionner à une altitude au-delà de 1000m, il doit prendre en considération les facteurs de dégradation de la nouvelle puissance de sortie assignée du redresseur, selon le tableau ci-après (Tableau 1, NM IEC 62040-5-3).

Altitude		Facteur de dégradation	
m	pieds	Refroidissement par convection	Refroidissement par ventilation forcée
1 000	3 300	1 000	1 000
1 200	4 000	0 994	0 990
1 500	5 000	0 985	0 975
2 000	6 600	0 970	0 950
2 500	8 300	0 955	0 925
3 000	10 000	0 940	0 900
3 500	11 600	0 925	0 875
3 600	12 000	0 922	0 870
4 000	13 200	0 910	0 850
4 200	14 000	0 904	0 840
4 500	15 000	0 895	0 825
5 000	16 500	0 880	0 800

3.2. Conditions électriques de service

Le redresseur doit être en mesure de fonctionner avec les types de batteries au plomb étanche/ouvert ou au Nikel cadmium.

- **Alimentation alternative**

Les redresseurs 127 Vcc sont alimentés en entrée avec une tension alternative égale à 230/400 V (+10 / -15 %) sous une fréquence de 50Hz (+2/-3 Hz) et ils doivent assurer en sortie l'alimentation des équipements auxiliaires en courant continu.

- **Courant nominal du redresseur**

Le courant nominal du redresseur doit être calculé en utilisant la formule suivante :

$$I_n = I_{cmax} + I_{bat}$$

Avec :

- I_{cmax} : Courant de charge maximale, c'est le courant absorbé par l'ensemble

- des équipements du poste électriques alimentés par le redresseur
- Ibat : Courant de charge de la batterie.
 - Pour batterie stationnaire au plomb $I_{bat} = 0,1 C$
 - Pour les batteries stationnaires en Nickel cadmium : $I_{bat} = 0,2 C$.
- C : Capacité nominale de la batterie

Le courant nominal doit être adapté à une température de dimensionnement de $+45^{\circ}\text{C}$ et à une altitude 1000m.

Pour des conditions spéciales, le demandeur doit prendre en considération les facteurs de dégradation de la nouvelle puissance de sortie assignée du redresseur.

- Taux d'ondulation de la tension de sortie

Le taux d'ondulation de la tension de sortie :

- Batterie connectée : max 1 % efficace de U_n
- Batterie déconnectée : max 3 % efficace de U_n

4. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES GENERALES DU REDRESSEUR

- Le redresseur doit être de technologie numérique à base de microprocesseurs.
- Le redresseur ne devra être qu'au thyristor ou IGBT.
- Le redresseur doit être équipé d'un transformateur d'isolement en entrée.
- Le redresseur doit être équipé d'éclairage interne, d'une résistance anti-condensation contrôlée par thermostat réglable et d'une ventilation renforcé fonctionnant après un seuil pré-réglé.
- Les fonctionnalités du redresseur doivent être réparties sur plusieurs cartes afin d'éviter l'arrêt du redresseur en cas de mono-défauts internes. Les cartes suivantes doivent être séparées : Carte Alimentation, Carte Régulation, Carte Affichage, Carte communication, carte Relais, carte driver.
- Toutes les cartes électroniques du redresseur doivent être sur-isolées : cartes tropicalisées.
- Le redresseur et ses composants ne doivent pas être la cause de nuisances pour les équipements fonctionnant dans son voisinage, en particulier, le matériel statique et numérique.
- Le redresseur doit être muni d'un dispositif de protection contre les surtensions externes : Aucune surtension à l'entrée du redresseur ne doit provoquer une défaillance du redresseur.
- Aucune surtension transitoire à l'entrée du redresseur ne doit impacter la tension de sortie du redresseur.
- Le taux de distorsion harmonique total de tension (THD) ne doit pas dépasser 3%.
- Le redresseur doit être doté de deux sorties séparées et paramétrables avec deux chaînes de mesures séparées (tension et courant) : Une sortie utilisation et une autre batterie.
- Le redresseur doit être capable de fonctionner en redondance en mode parallèle avec

l'incorporation d'une diode anti-retour. Le fonctionnement en redondance doit permettre un changement automatique ou manuel du redresseur actif.

- La durée de vie minimale de disponibilité des pièces de rechange du redresseur doit être supérieure à 10 ans.
- Le rendement du redresseur doit être supérieur à 90%.

5. MODES DE FONCTIONNEMENT

Les redresseurs doivent comporter trois principaux modes de fonctionnement :

- Mode auto-régulé : mode de fonctionnement normal du redresseur.
- Mode manuel : Mode de formation des batteries lors de la première charge ou éventuellement en cas de leurs décharges profondes.
- Mode autonome : Mode de fonctionnement du redresseur sans batterie.

5.1. Mode auto-régulé

Ce mode est basé sur deux régimes de fonctionnement :

- Régime Floating

C'est le régime d'exploitation normale. Il permet de fournir le courant absorbé par l'utilisation et le courant d'entretien de la batterie en maintenant à ses bornes une tension constante. Les pointes de courant supérieures au courant nominal du redresseur sont fournies conjointement par le redresseur (dans les limites de ses possibilités) et la batterie.

La tension en régime Floating est fixée à 2,20 V par élément en fonction de la température, sauf spécification contraire du constructeur de la batterie.

Le redresseur doit donc maintenir une tension $U_f = 2,20 \text{ V} \times 58 = 127,6 \text{ V}$ à $\pm 1 \%$.

La tension de Floating appliquée aux bornes de la batterie permettra donc :

- De maintenir l'état de charge de la batterie en lui délivrant un faible courant compensant ses pertes internes.
- D'alimenter l'utilisation dans les meilleures conditions de tension.
- De recharger très lentement une batterie ayant subi une décharge partielle sans que cela ait provoqué un passage en charge (manque de tension alternatif ne dépassant pas une durée réglable entre 5 min et 20 min).

- Régime Boost

Ce mode est activé si le redresseur détecte un manque de tension alternative qui dépasse une durée réglable entre 5 min et 20 min. Ainsi, au retour de la tension, le redresseur fonctionne en régime Boost, dit régime d'égalisation de charge. La tension de la charge doit être maintenue constante à 1 % malgré les variations du réseau et de la charge.

La tension en charge automatique est fixée à 2,30 V par élément en fonction de la température, sauf spécification contraire du constructeur de la batterie et sous réserve que l'on ne dépasse pas la tension maximale admise côté utilisation.

Le redresseur doit donc maintenir une tension : $U_f = 2,30 \text{ V} \times 58 = 133,4 \text{ V}$ à $\pm 1\%$

La tension de charge appliquée aux bornes de la batterie permettra :

- De recharger la batterie dans un temps limité (réglable de 1 minute à 25 heures)

- D'alimenter l'utilisation dans les meilleures conditions de tension
Le basculement en mode Boost doit être permis manuellement également.

Concernant les batteries Ni-Cd, Les valeurs de tension adéquates à ces régimes de fonctionnement sont celles indiqués au niveau des notices techniques des batteries.

5.2. Mode manuel

Mode permettant le contrôle manuel de la tension de sortie du redresseur. Ce mode est utilisé pour la formation des batteries lors de la première charge ou éventuellement en cas de leurs décharges profondes.

5.3. Mode autonome

Ce mode permet au redresseur d'assurer seul l'alimentation des équipements auxiliaires lorsque la batterie est hors service. Toutefois, il y a lieu de noter que le redresseur est normalement prévu pour alimenter l'utilisation en parallèle avec la batterie d'accumulateurs.

6. SIGNALISATIONS, MESURES ET PROTECTION

Les informations de mesure et signalisations en marche normale ou perturbée (lors des défauts) doivent pouvoir être consultées en face avant sur afficheur. Elles sont en plus remontées, non regroupées, via les sorties physiques mises à disposition par le constructeur. Le reste des informations est consultable dans un menu.

Le nombre d'événements enregistrés dans l'historique d'événements accessible en mode distant doit être au minimum égal à 9999 évènements.

Le nombre d'événements enregistrés dans l'historique d'événements accessible en mode distant doit être au minimum égale à 9999 évènements.

6.1. Mesures

Les informations suivantes doivent être affichées et visibles en permanence sur l'interface homme machine (IHM) :

- La tension alternative du réseau
- La fréquence de la tension du réseau
- La tension de sortie utilisation
- Le courant de sortie utilisation
- La tension de sortie batterie
- Le courant de sortie batterie
- Température du redresseur
- Température de la salle batterie

6.2. Automatismes de protection

Le redresseur inclut les fonctionnalités suivantes :

- a) Anomalie tension batterie : seuil haut et seuil bas
- b) Défaut Terre-Batterie (+ et -)
- c) Défaut équipement

- d) Défaute de phase (manque phase ou inversion de phase)
- e) Dépassement de seuil de surcharge
- f) Défaute d'alimentation réseau

Ces fonctionnalités sont élucidées comme suit :

a) Anomalie tension batterie (tension haute ou tension basse)

Le système dispose de 2 à 4 seuils de tension. Les fonctions sont les suivantes :

- **Seuil haut :** Ce seuil est réglable entre 135 et 140 V à $\pm 1\%$, il provoque:
 - Une alarme à distance.
 - Arrêt du fonctionnement du redresseur qui annule la tension de sortie utilisation et charge batterie.A défaut de précisions particulières, le réglage sera de : 137 V $\pm 1\%$.
- **Seuil bas n° 1 :** Ce seuil est réglable entre 120 et 124 V à $\pm 1\%$, il provoque une alarme à distance.
A défaut de précisions particulières, le réglage sera le suivant : 121,8 $\pm 1\%$.
- **Seuil bas n° 2 :** Ce seuil est réglable entre 100 et 120 V à $\pm 1\%$, il provoque une alarme à distance.

b) Terre-Batterie (+ et -)

Le système surveille l'isolement des polarités 127Vcc par rapport à la terre.

Il est réglé à : 10 k Ω $\pm 15\%$ (aller) et 15 k Ω $\pm 15\%$ (retour).

L'alarme terre batterie sera signalée en local et télé-signalée à distance :

- Par des contacts secs disponibles sur des bornes isolées ;
- Par communication

N.B :

- La détection Terre-Batterie doit être assurée par un contrôleur d'isolement CPI séparé des autres cartes.
- Des indicateurs de défaut par départ BT 127 Vcc peuvent être exigés par le demandeur selon le besoin. Ils doivent être gérés par le CPI central.

c) Défaute équipement

Toute défaillance d'une des cartes électroniques du redresseur doit être signalée en local et à distance.

d) Défaute de phase (manque phase ou inversion de phase)

Un manque ou inversion de phase provoque le passage en mode arrêt du redresseur. Une alarme doit être envoyée en local et à distance.

e) Dépassement de seuil de surcharge

Un dépassement de seuil de surcharge provoque le passage en mode arrêt du redresseur. Une alarme doit être envoyée en local et à distance.

f) Défaute d'alimentation réseau

Un défaut de réseau d'alimentation provoque le passage en mode arrêt du redresseur tout en maintenant le fonctionnement de la partie commande assurant la supervision et la communication. Une alarme doit être envoyée en local et à distance. Les défauts de réseau doivent être signalés en configurant : minimum/maximum de tension.

6.3. Interface utilisateur du redresseur

Le redresseur doit être entièrement configurable en local via une IHM.

L'interface utilisateur du redresseur doit être composée d'un afficheur LCD rétroéclairé et aux caractéristiques de construction suivantes :

- L'écran haute visibilité doit présenter une protection renforcée contre les chocs accidentels
- Les boutons de commande de l'interface utilisateur locale doivent être protégés contre la poussière, l'eau et l'usure
- L'interface doit permettre les commandes/visualisations suivantes :
 - Synoptique de l'ensemble redresseur batterie ;
 - Langues de base sélectionnables : Anglais, Français au minimum avec manuel d'installation et d'utilisation ;
 - Visualisation des mesures suivantes : Tensions d'entrée et de sortie ; Courants d'entrée et de sortie ; Fréquence d'entrée ; Tension de sortie ; Courant de charge utilisation ; batterie ; Puissance apparente et active

La face avant du redresseur doit être équipée par des LED de signalisation de l'état de fonctionnement.

Un logiciel de paramétrage et de configuration doit être fourni. Il doit être installé sur un PC sous environnement « Windows » de dernière génération et protégé par licence à usage sur plusieurs PC.

6.4. Signalisations par contacts sur bornier

Les principales signalisations sont:

- Défaut redresseur
- Anomalie tension batterie haute
- Anomalie tension batterie basse
- Défaut terre batterie positif
- Défaut terre batterie négatif
- Défaut équipement
- Défaut de phase (manque phase ou inversion de phase)
- Dépassement de seuil de surcharge
- Défaut d'alimentation réseau
- Alarme température du redresseur
- Alarme température de la salle batterie

6.5. Signalisations à distance

L'interface à distance doit permettre au moins les signalisations exigées par contacts sur bornier.

7. COMMUNICATION ET GESTION INTELLIGENTE DE LA CHARGE

Le redresseur doit permettre la communication via un protocole de communication NM IEC 61850 avec une synchronisation SNTP.

Le redresseur doit prévoir une communication MODBUS ou CANBUS avec un potentiel système de supervision des éléments des batteries.

L'ONEE-BE se réserve le droit d'exiger au redresseur de gérer intelligemment la charge des batteries en adaptant sa consigne de tension au nombre d'éléments de batteries opérationnels.

8. ESSAIS

8.1. Essais de type

	NM EN 60146-1-1
Inspection visuelle	–
Essai d'isolement	7.2
Essai à faible charge et essai de fonctionnement	7.3.1
Essai de courant assigné	7.3.2
Détermination des pertes de puissance dans les blocs et les équipements	7.4.1
Essai d'échauffement	7.4.2
Vérification des dispositifs auxiliaires	7.5.1
Vérification des propriétés des appareillages de commande	7.5.2
Vérification des dispositifs de protection	7.5.3

Les essais de type doivent être effectués par un laboratoire officiel ou accrédité selon la norme ISO 17025, éventuellement en présence des représentants de l'Office ou d'un organisme mandaté par lui.

Lesdits essais doivent être sanctionnés par un ou des rapports donnant les modalités et sanctions des essais.

8.2. Essais de routine

	NM EN 60146-1-1
Inspection visuelle	–
Essai d'isolement	7.2
Essai à faible charge et essai de fonctionnement	7.3.1
Vérification des dispositifs auxiliaires	7.5.1
Vérification des propriétés des appareillages de commande	7.5.2
Vérification des dispositifs de protection	7.5.3

Les essais de routine à réaliser pour la vérification de la conformité des fournitures sont les essais sur prélèvement prévus par les normes de référence afin de procéder à la vérification du fonctionnement général, caractéristiques fonctionnelles ainsi que la mesure des différents seuils et temporisations.

Les essais de routine peuvent être réalisés par un laboratoire accrédité ou dans le laboratoire du fabricant en présence du ou des représentants de l'Office.

8.3. Essais supplémentaires

L'Office se réserve le droit d'exiger la réalisation à l'occasion de la réception, des essais indiqués dans le tableau suivant, et ce en fonction du besoin et la criticité du poste électrique abritant le redresseur.

	NM EN 60146-1-1
Essai d'aptitude aux surcharges	7.3.3
Mesure de la régulation de tension propre	7.3.4
Mesure de la tension et du courant d'ondulation	7.3.5
Mesure des courants harmoniques	7.3.6
Mesure du facteur de puissance	7.4.3
Essai d'immunité	7.6 a)
Perturbations radioélectriques rayonnées et par conduction	7.6 b)
Mesure du bruit audible	7.7
Essais supplémentaires	7.7

9. MONTAGE

Le matériel est monté en armoire. Tout l'appareillage doit être aisément accessible par face avant et éventuellement par l'une des faces latérales (possibilité de montage de l'armoire ou du coffret dans un angle). Les panneaux de fermeture doivent être facilement démontables. L'armoire ou le coffret ne contient que l'appareillage du redresseur, les éléments de batterie sont montés indépendamment sur chantiers.

Le redresseur doit comporter les points de test permettant la vérification complète du bon fonctionnement de l'appareil et son dépannage. Les points de test doivent figurer clairement sur le schéma de principe, qui sera fourni avec chaque appareil.

Les bornes de raccordement doivent être convenablement repérées et situées sur la partie inférieure des redresseurs. Ces bornes doivent être parfaitement accessibles par la face avant de l'appareil et à une hauteur suffisante pour permettre un raccordement aisé. Les fils des câblages seront obligatoirement multi-brins.

Sur les rangées de bornes de connexion un dispositif doit être prévu pour permettre la fixation de gaine isolante extérieure des câbles. Le serrage des conducteurs est assuré par étriers.

Toutes les parties métalliques des bornes doivent être inoxydables par nature. Les armoires des redresseurs seront protégées par 3 couches de peintures, dont une couche de finition couleur RAL7032 ou RAL7035.

L'indice de protection (IP) du redresseur exigé dans les postes électriques exploités dans les

conditions normales est : IP 21. Cependant, pour un emplacement dans un environnement très agressif, il y a lieu de préciser l'indice de protection convenable selon la norme NM EN 60529.

- Repérage

Les plaques signalétiques seront conformes aux normes en vigueur. Elles seront en Aluminium ou en acier inoxydable et rigidement fixées, visibles en position de service normal. Les inscriptions et caractéristiques seront libellées en Français.

Tous les appareils de commande et de contrôle doivent être munis d'une étiquette indélébile indiquant clairement leur fonction.

- Fils de câblage

La filerie est constituée de conducteurs souples en cuivre. Les fils, groupés dans des goulottes, sont terminés par des embouts ou cosses sertis et sont repérés à leurs deux extrémités, conformément au schéma développé.

10. DOCUMENTS TECHNIQUES ET LOGICIELS

Le constructeur doit fournir les documents suivants en langue française :

- Fiche technique
- Plans encombrement et masse.
- Schémas basse tension.
- Guide d'utilisation et d'installation
- Guide de maintenance et de mise en service.
- La liste des pièces de rechange de première nécessité
- Les logiciels de configuration, de paramétrage, de perturbographie etc..

11. SCHEMA UNIFILAIRE D'UN REDRESSEUR 127 V_{cc}

