

Réseau électrique industriel

Guentri Hocine

Table des matières



I - Chapitre 2 : Réseaux électriques industriels	3
1. Structure générale d'un réseau industriel	4
1.1. Structure générale d'un réseau industriel	4
2. La source d'alimentation	5
2.1. La source d'alimentation	5
3. Les postes de livraison HTA	5
3.1. Les postes de livraison HTA à comptage BT	5
3.2. Les postes de livraison HTA à comptage HT	6
4. Modes d'alimentation des tableaux BT	8
4.1. l'alimentation des tableaux BT avec une seule source d'alimentation	8
4.2. l'alimentation des tableaux BT par une double alimentation sans couplage	8
4.3. l'alimentation des tableaux BT par une double alimentation avec couplage	9
5. Les tableaux BT secourus par des alternateurs	10
5.1. 1er exemple : 1 transformateur et 1 alternateur	10
5.2. 2ème exemple : 2 transformateurs et 2 alternateurs	10
6. Les tableaux BT secourus par une alimentation sans interruption (ASI)	12
6.1. exemple	12
7. Exemples de réseaux industriels	13
7.1. 1er exemple	13
7.2. 2ème exemple	13
8. Exercice	14
9. Exercice	14
10. Exercice	15
11. Exercice	15
12. Exercice	15
Solutions des exercices	16
Abréviations	18
Références	19

Chapitre 2 : Réseaux électriques industriels



1. Structure générale d'un réseau industriel

1.1. Structure générale d'un réseau industriel

L'architecture d'un réseau de distribution électrique industriel est plus ou moins complexe suivant le niveau de tension, la puissance demandée et la sûreté d'alimentation requise [4]*.

Dans le cas général avec une alimentation en HTB*, un réseau industriel de distribution comporte (voir fig. 2.1) :

- un poste de livraison HTB (60kV ou 220kV) alimenté par une ou plusieurs sources, il est composé d'un ou plusieurs jeux de barres et de disjoncteurs de protection
- une source de production interne
- un ou plusieurs transformateurs HTB / HTA* (60kV/30kV)
- un tableau principal HTA (30kV) composé d'un ou plusieurs jeux de barres
- un réseau de distribution interne en HTA (30kV) alimentant des tableaux secondaires ou des postes HTA BTA*
- des récepteurs HTA
- des transformateurs HTA / BTA (30kV/380V)
- des tableaux et des réseaux basse tension
- des récepteurs basse tension.

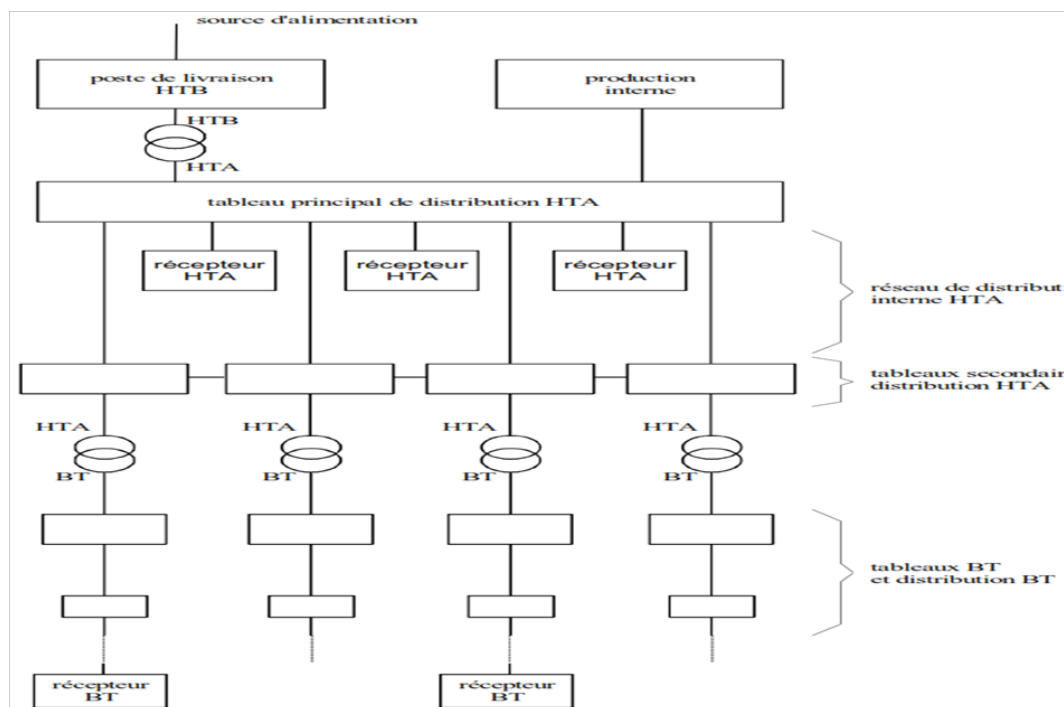


Figure 2.1 : structure générale d'un réseau industriel de distribution

2. La source d'alimentation

2.1. La source d'alimentation

En Algérie, l'alimentation des réseaux industriels peut être réalisée, soit :

- en HTB, ce qui signifie que la tension est supérieure à 50 kV, en général 60kV, 90 kV, 150kV ou 220 kV
- en HTA, ce qui signifie que la tension est comprise entre 1 kV et 50 kV, en général 10 kV, ou 30 kV.
- en BTA, ce qui signifie que la tension est inférieure à 1 kV, en général 380 V.

La tension de la source d'alimentation est liée à la puissance de livraison. Le tableau 1 indique les niveaux de tensions d'alimentation usuellement choisis en Algérie en fonction de la puissance souscrite.

Tension d'alimentation	de 0 à 250 KVA	de 250 à 10000 KVA	de 10000 à 40000 KVA	> 40000 KVA
BTA	X			
HTA		X		
HTB 60kV ou 90kV			X	
HTB 220kV				X

3. Les postes de livraison HTA

Ils concernent généralement les puissances comprises entre 250 kVA et 10 MVA.

En Algérie, deux types de postes de livraison HTA existent selon que le comptage est effectué en BTA ou en HTA.

3.1. Les postes de livraison HTA à comptage BT

Ils ne comportent qu'un seul transformateur dont le courant secondaire est inférieur ou égal à 2000 A, soit une puissance inférieure ou égale à 1250 kVA pour une tension composée de 380 V.

- simple dérivation (voir fig. 2.2)

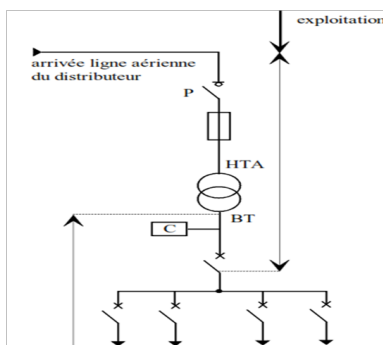


Figure 2.2 : alimentation en simple dérivation d'un poste de livraison HTA à comptage BT

La cellule protection générale P doit être un disjoncteur si le courant nominal est supérieur ou égal à 45 A (voir NF C 13-100 § 433.1) [5] *.

Ce type de poste est utilisé en général pour la distribution publique HTA en lignes aériennes, il comporte une seule source d'alimentation possible par le distributeur.

- coupure d'artère (voir fig. 2.3)

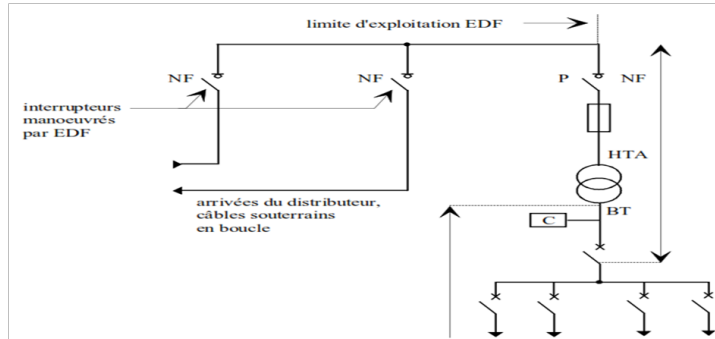


Figure 2.3 : alimentation en coupure d'artère d'un poste de livraison HTA à comptage BT

- double dérivation (voir fig. 2.4)

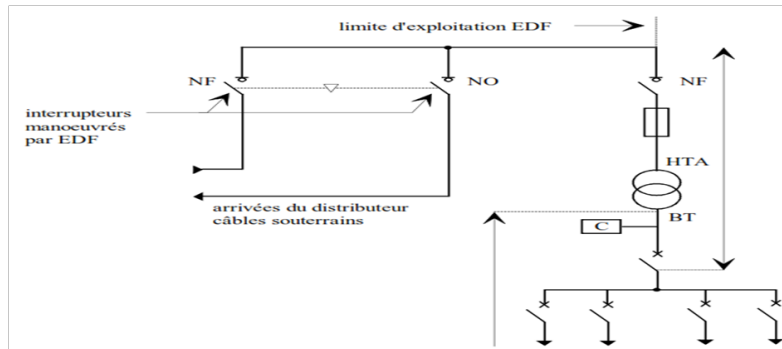


Figure 2.4 : alimentation en double dérivation d'un poste de livraison HTA à comptage BT

Lorsque le réseau public HTA comporte deux câbles souterrains distincts en parallèle, le poste peut être alimenté par l'une ou l'autre de ces deux dérivation.

La permutation d'une alimentation sur l'autre s'effectue lors de la disparition de la tension sur le câble alimentant le poste. Elle est réalisée soit automatiquement, soit manuellement.

Ce schéma, très coûteux pour le distributeur, est utilisé lorsque les exigences de disponibilité sont importantes (le surcoût est généralement payé par l'utilisateur) [5] *.

3.2. Les postes de livraison HTA à comptage HT

Ils comportent plusieurs transformateurs ou un seul si son courant secondaire est supérieur à 2000 A (puissance supérieure à 1250 kVA pour une tension composée de 400 V) et peuvent comporter des départs HTA.

De façon identique aux postes de livraison à comptage BT, l'alimentation par le distributeur peut être en simple dérivation, coupure d'artère ou double dérivation [4] *.

- exemple de schéma (voir fig. 2.5)

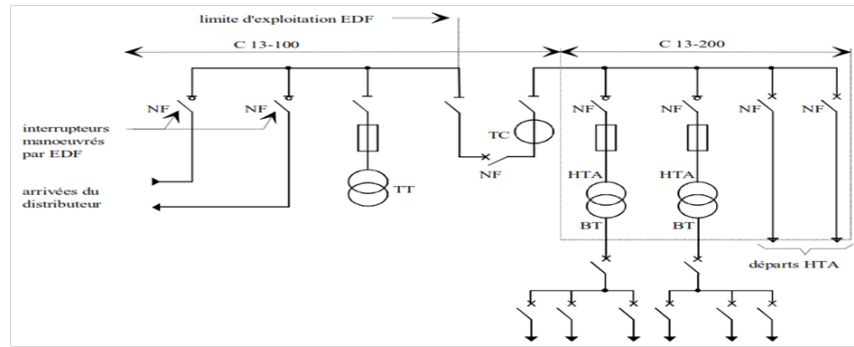


Figure 2.5 : exemple de poste de livraison HTA à comptage HT

Le comptage HT est réalisé grâce au TT (transformateur de tension) et au TC (transformateur de courant).

4. Modes d'alimentation des tableaux BT

4.1. l'alimentation des tableaux BT avec une seule source d'alimentation

La figure 2.6 présente l'alimentation des tableaux BT avec une seule source d'alimentation.

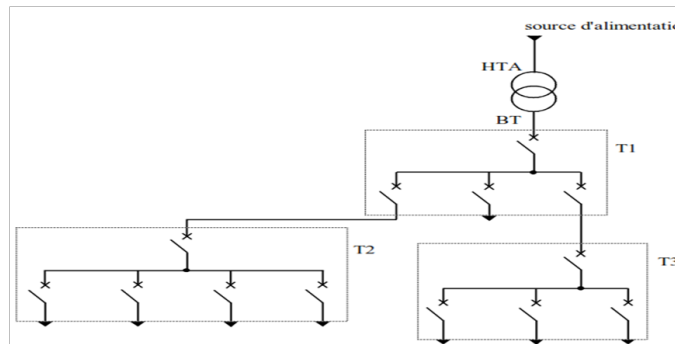


Figure 2.6 : alimentation des tableaux BT avec une seule source d'alimentation

Les tableaux T1, T2, T3 bénéficient d'une seule source d'alimentation. Le réseau est dit de type radial arborescent.

En cas de perte de la source d'alimentation d'un tableau, celui-ci est hors service jusqu'à l'opération de réparation [5]*.

4.2. l'alimentation des tableaux BT par une double alimentation sans couplage

La figure 2.7 présente l'alimentation des tableaux BT à l'aide d'une alimentation sans couplage.

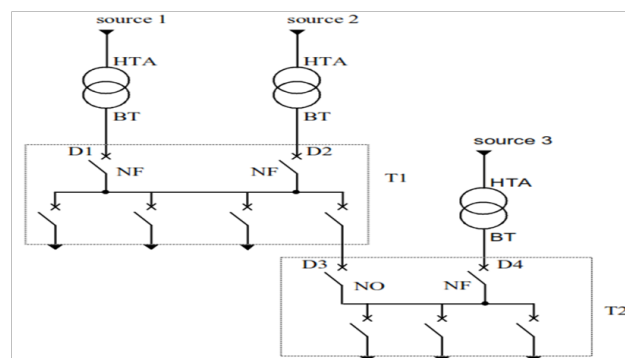


Figure 2.7 : alimentation des tableaux BT par une double alimentation sans couplage

Le tableau T1 bénéficie d'une double alimentation sans couplage par 2 transformateurs HTA/BT [6]*.

Fonctionnement de l'alimentation de T1 :

- les deux sources alimentent T1 en parallèle
- en fonctionnement normal, les deux disjoncteurs sont fermés (D1 et D2).

Le tableau T2 bénéficie d'une double alimentation sans couplage par un transformateur HTA/BTA et par un départ issu d'un autre tableau BT.

Fonctionnement de l'alimentation de T2 :

- une source alimente le tableau T2, la seconde assure le secours.
- en fonctionnement normal, un seul disjoncteur est fermé (D3 ou D4).

4.3. l'alimentation des tableaux BT par une double alimentation avec couplage

La figure 2.8 présente l'alimentation des tableaux BT par l'utilisation d'une double alimentation avec couplage.

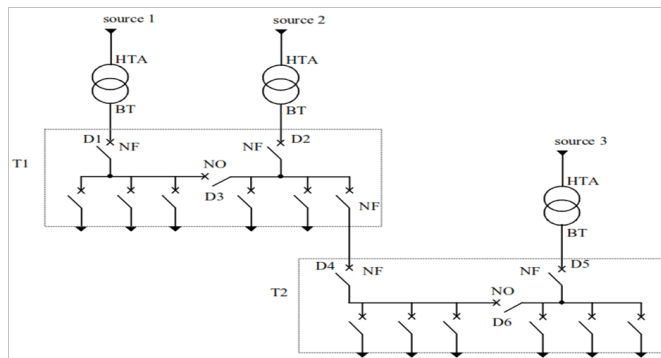


Figure 2.8 : alimentation des tableaux BT par une double alimentation avec couplage

Le tableau T1 bénéficie d'une double alimentation avec couplage par 2 transformateurs HTA/BT.

Fonctionnement de l'alimentation de T1 : en fonctionnement normal, le disjoncteur de couplage D3 est ouvert. Chaque transformateur alimente une partie de T1. En cas de perte d'une source d'alimentation, le disjoncteur de couplage D3 est fermé et un seul transformateur

alimente la totalité de T1.

Le tableau T2 bénéficie d'une double alimentation avec couplage par un transformateur HTA/BT et par un départ issu d'un autre tableau BT.

Fonctionnement de l'alimentation de T2 : en fonctionnement normal, le disjoncteur de couplage D6 est ouvert. Chaque source alimente une partie de T2. En cas de perte d'une source, le disjoncteur de couplage D6 est fermé et l'autre source alimente la totalité de T2 [6]*.

Pour compléter ce cours vous pouvez consulter le vidéo prochain.

Cf. "Les réseaux électriques industriels"

5. Les tableaux BT secourus par des alternateurs

5.1. 1er exemple : 1 transformateur et 1 alternateur

La figure 2.9 présente l'alimentation des tableaux BT avec un transformateur et un alternateur de secours.

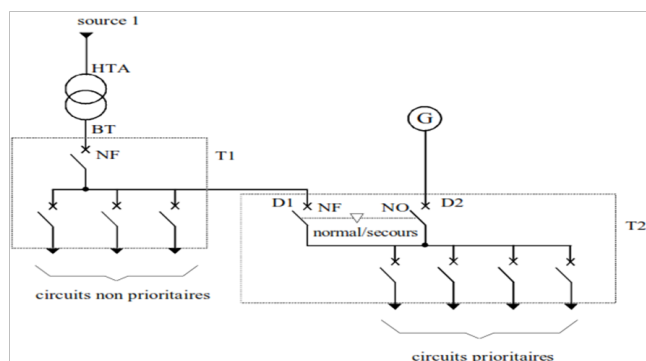


Figure 9 : 1 transformateur et 1 alternateur

En fonctionnement normal, D1 est fermé et D2 est ouvert. Le tableau T2 est alimenté par le transformateur. En cas de perte de la source normale, on réalise les étapes suivantes :

1. Fonctionnement du dispositif normal/secours, ouverture de D1.
2. Délestage éventuel d'une partie des récepteurs des circuits prioritaires, afin de limiter l'impact de charge subi par l'alternateur.
3. Démarrage de l'alternateur.
4. Fermeture de D2 lorsque la fréquence et la tension de l'alternateur sont à l'intérieur des plages requises.
5. Relestage des récepteurs éventuellement délestés à l'étape 2.

Lorsque la source normale est de nouveau en état de marche, le dispositif normal/secours bascule l'alimentation de T2 sur cette source et l'alternateur est arrêté.

5.2. 2ème exemple : 2 transformateurs et 2 alternateurs

La figure 2.10 présente l'alimentation des tableaux par l'utilisation de 2 transformateurs et 2 alternateurs de secours.

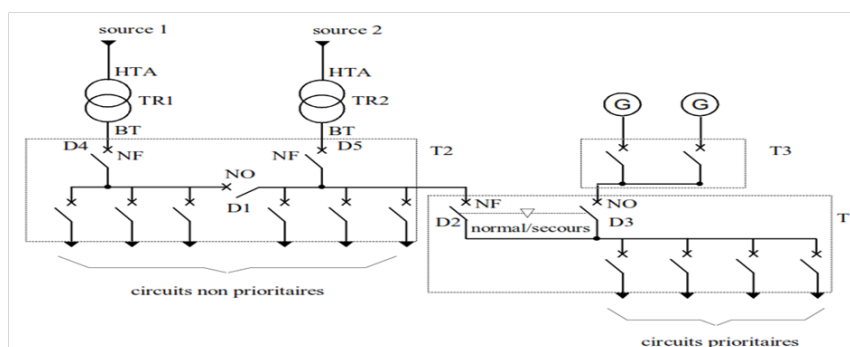


Figure 2.10 : 2 transformateurs et 2 alternateurs

En fonctionnement normal, le disjoncteur de couplage D1 est ouvert et le dispositif normal/secours est sur la position D2 fermé et D3 ouvert. Le tableau T1 est alimenté par le transformateur TR2.

En cas de perte de la source 2 ou de panne sur TR2, le secours de T1 (et une partie de T2) est assuré prioritairement par le transformateur TR1, après fermeture du disjoncteur de couplage D1.

Les alternateurs ne sont mis en marche qu'après la perte des 2 sources principales d'alimentation ou du jeu de barres de T2.

Le déroulement des étapes de sauvegarde de l'alimentation des circuits prioritaires est identique au 1er exemple.

6. Les tableaux BT secourus par une alimentation sans interruption (ASI)

6.1. exemple

Les principaux éléments constituant une ASI sont indiqués sur la figure 2.11 et les éléments constituant ce système sont expliqués dans le tableau 2.2 [6] *.

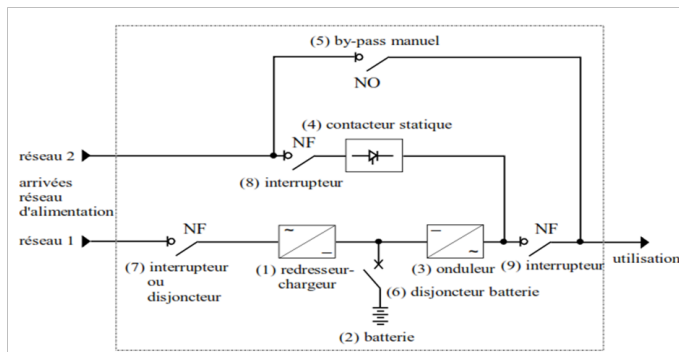


Figure 2.11 : constitution d'une alimentation sans interruption

Dénomination	Repères	Fonction
Redresseur-chargeur	(1)	Transforme la tension alternative du réseau d'alimentation en tension continue destinée à : - alimenter l'onduleur d'une part, - assurer la charge et l'entretien de la batterie d'accumulateurs d'autre part.
Batterie d'accumulateurs	(2)	Assure une réserve d'énergie destinée à alimenter l'onduleur en cas de : - disparition du réseau d'alimentation, - réseau d'alimentation hors tolérance.
Onduleur	(3)	Transforme la tension continue issue du redresseur-chargeur ou de la batterie d'accumulateurs en tension alternative à tolérances plus sévères que celles du réseau (délivre un courant alternatif proche de la sinusoïde théorique).
Contacteur statique	(4)	Réalise le basculement de l'alimentation de l'utilisation, de l'onduleur vers le réseau 2 (secours) et réciproquement, sans interruption (pas de coupure due à un temps de permutation d'organes mécaniques - le basculement est réalisé à partir de composants électroniques en un temps < 1 ms). Ce basculement intervient en cas d'arrêt de l'onduleur, pour l'une des raisons suivantes : - arrêt volontaire, - surcharge sur l'utilisation dépassant les capacités de limitation de l'onduleur, - anomalie interne.
By-pass manuel	(5)	Interrupteur manuel qui permet d'alimenter l'utilisation par le réseau 2 (secours), pendant une intervention de maintenance.
Interrupteurs manuels disjoncteurs de batterie	(6) (7) (8) (9)	Permettent d'isoler les différents éléments lors d'une intervention de maintenance

Tableau 2.2 : fonctions des différents éléments d'une alimentation sans interruption

Les appellations réseau 1 et réseau 2 désignent deux arrivées indépendantes du même réseau :

- réseau 1 (ou normal) désigne l'arrivée alimentant normalement le redresseur-chargeur,
- réseau 2 (ou secours) est une arrivée dite de secours.

L'onduleur est synchronisé en fréquence et en phase avec le réseau 2. Ainsi, le contacteur statique peut commuter instantanément l'alimentation vers le réseau 2 (en un temps inférieur à 1 ms).

Le raccordement de l'ASI à un réseau 2 indépendant est recommandé car il augmente la disponibilité de l'ensemble. Cependant, il est possible de n'avoir qu'une arrivée commune.

Le choix d'un type d'architecture d'alimentation sans interruption dépend de la qualité des réseaux 1 et 2, de l'utilisation et de la disponibilité requise. Le constructeur doit donner des éléments suffisants au concepteur pour qu'il puisse choisir l'architecture la mieux adaptée. Les exemples ci-après explicitent les architectures les plus courantes.

7. Exemples de réseaux industriels

7.1. 1er exemple

Constitution du réseau : (voir fig. 2.12)

- un poste de livraison HTA à comptage BT, en coupure d'artère avec deux arrivées
- un tableau principal basse tension secouru par un alternateur
- un tableau prioritaire alimenté par une alimentation sans interruption
- un réseau basse tension de type radial arborescent. Le tableau secondaire et les coffrets terminaux sont alimentés par une seule source.

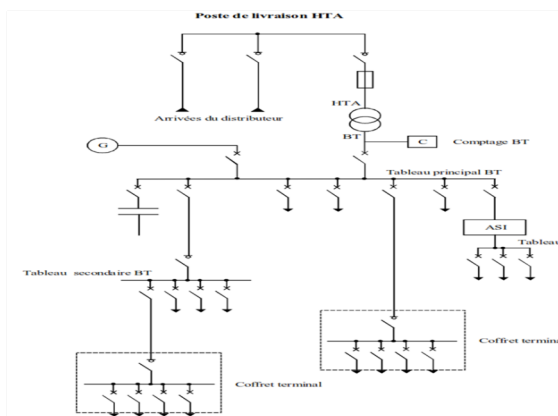


Figure 2.12 : 1er exemple

7.2. 2ème exemple

Constitution du réseau :(voir fig. 2.13)

- un poste de livraison HTA à comptage HT
- un tableau principal HTA qui peut être secouru par un groupe d'alternateurs, il alimente 3 transformateurs
- un générateur homopolaire permettant de réaliser une mise à la terre du neutre par impédance lorsque le réseau est alimenté par les alternateurs
- des tableaux généraux basse tension TGBT1, TGBT2, TGBT3 indépendants, ils possèdent chacun un départ vers une ASI alimentant un circuit prioritaire
- un réseau basse tension de type radial arborescent. Les tableaux commande moteurs et les coffrets terminaux sont alimentés par une seule source.

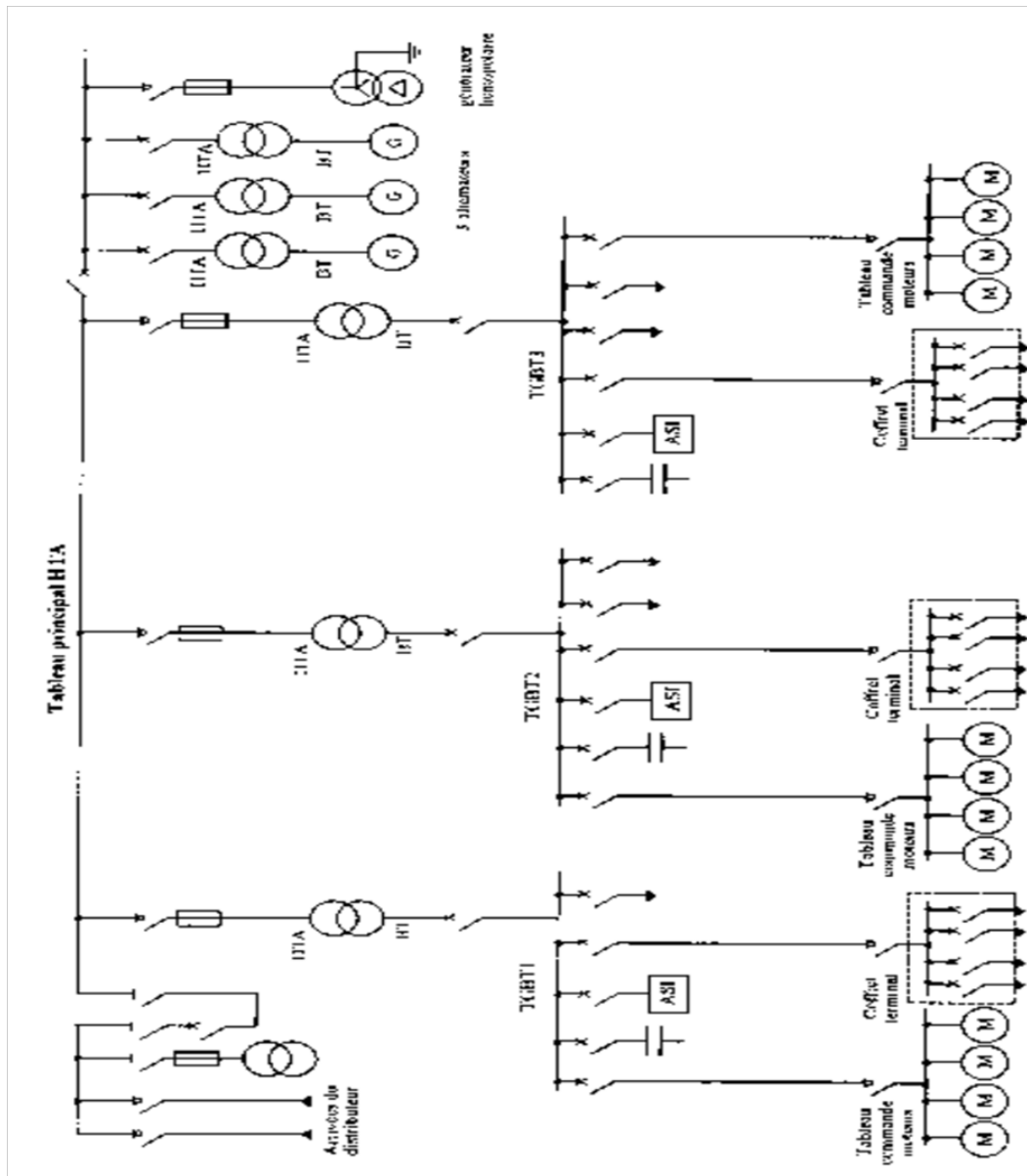


Figure 2.13 : 2eme exemple

8. Exercice

[solution n°1 p.16]

Quelle type d'alimentation est utilisé si la puissance demandée est de l'ordre de 25000KVA ?

9. Exercice

[solution n°2 p.16]

Combien de types de postes de livraisons on trouve dans la pratique

- un seul type
- deux types

10. Exercice

[solution n°3 p.16]

Pour quoi on utilise les alimentations sans interruption (ASI) ?

- Pour alimenter une charge sans interruption.
- Pour alimenter une charge resistive
- Pour alimenter une charge inductive

11. Exercice

[solution n°4 p.16]

Un électrique industriel est composé d'un poste de et une source d'alimentation et plusieurs et un principal.l

12. Exercice

[solution n°5 p.16]

Quelle figure représente un réseau simple dérivation

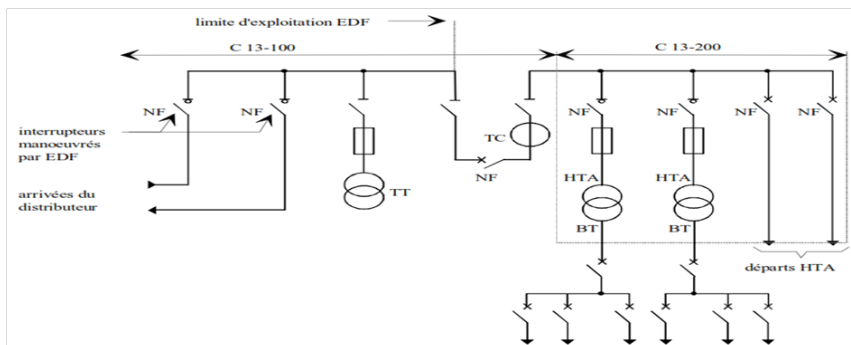


Figure 2.5 : exemple de poste de livraison HTA à comptage HT

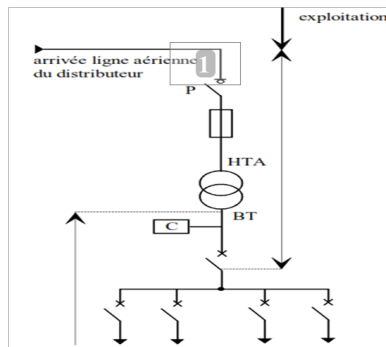


Figure 2.2 : alimentation en simple dérivation d'un poste de livraison HTA à comptage BT

Solutions des exercices



> Solution n°1

Exercice p. 14

Quelle type d'alimentation est utilisé si la puissance demandée est de l'ordre de 25000KVA ?

On utilise la HTB 60kV.

> Solution n°2

Exercice p. 14

Combien de types de postes de livraisons on trouve dans la pratique

- un seul type
- deux types

> Solution n°3

Exercice p. 15

Pour quoi on utilise les alimentations sans interruption (ASI) ?

- Pour alimenter une charge sans interruption.
- Pour alimenter une charge resistive
- Pour alimenter une charge inductive

> Solution n°4

Exercice p. 15

Un réseau électrique industriel est composé d'un poste de livraison et une source d'alimentation interne et plusieurs transformateurs et un tableau principal.

> Solution n°5

Exercice p. 15

Quelle figure représente un réseau simple dérivation

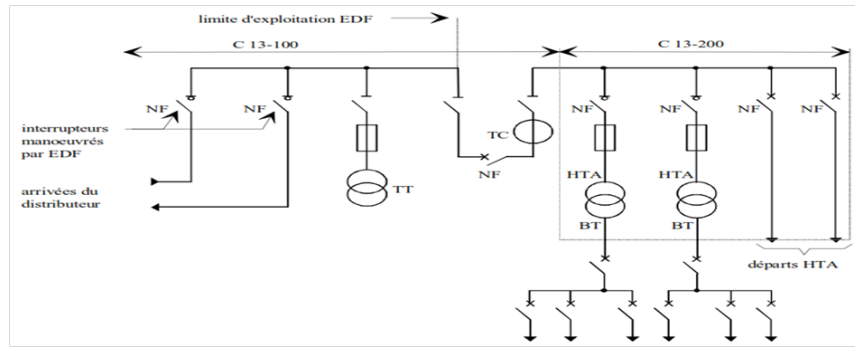


Figure 2.5 : exemple de poste de livraison HTA à comptage HT

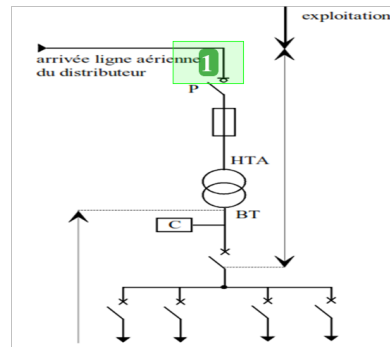


Figure 2.2 : alimentation en simple dérivation d'un poste de livraison HTA à comptage BT

Abréviations



BTA : Basse tension A

HTA : Haute tension A

HTB : Haute tension B

Références

4

Benoît de METZ-NOBLAT, " Les calculs sur les réseaux électriques BT et HT", Cahier technique n° 213, Schneider Electric, 2004.

5

Denis MARQUET, " Guide de l'installation électrique", Collection technique, Schneider Electric, 2008.

6

Christophe PRÉVÉ , and Robert JEANNOT , " Guide de conception des réseaux électriques industriels", Schneider Electric, n°: 6 883 427/A, Février 1997.