


## NOTE DE CALCUL 011

# GUIDE POUR LA MISE EN ŒUVRE DU REGULATEUR VARLOGIC POUR LES APPLICATIONS COURANTES BT

## 1. OBJET

L'objet de cette note est de rappeler les schémas de principe de câblage des régulateurs varométriques pour les applications courantes des batteries de condensateur automatiques basse tension.

<b>Rédigé par :</b>	<b>Vérifié par :</b>	<b>Approuvé par :</b>
Laurent CHENEVARD Rectiphase	Laurent CHENEVARD Rectiphase	Laurent CHENEVARD Rectiphase
<b>Le jeudi 30 septembre 2010</b>	<b>Le jeudi 30 septembre 2010</b>	<b>Le jeudi 30 septembre 2010</b>
		Imprimé le : 27/10/2010 nc011_va
		1

## 2. INTRODUCTION

### 2.1. *Domaine d'application*

Ce document est applicable aux régulateurs Varlogic NR6, NR12 et NRC12 installés dans les batteries de condensateur automatiques Schneider-Electric Varset (400V).

Il traite les cas de figure les plus fréquents se présentant en clientèle non décrit dans les notices des régulateurs varométriques. Ce document est complémentaire aux notices d'utilisation.

Plusieurs cas de figure se présentent en fonction du nombre de transformateur d'alimentation des réseaux électriques basse tension (industrie et tertiaire).

### 2.2. *Généralités*

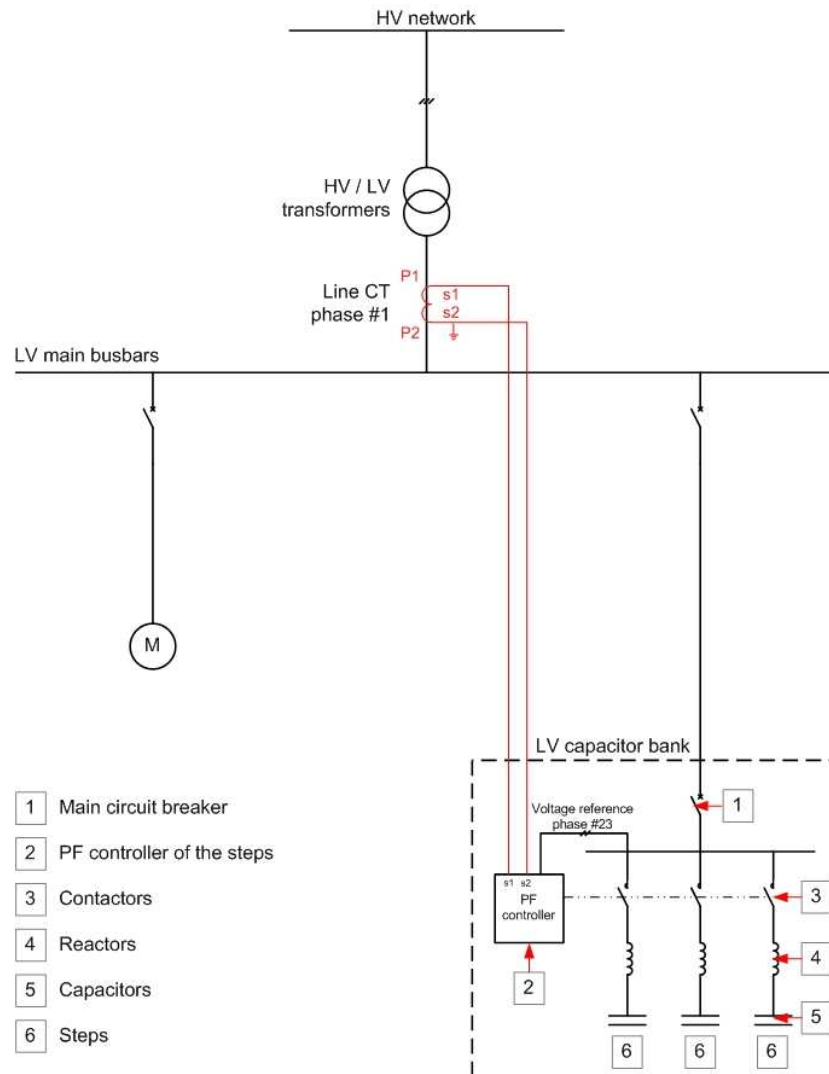
Les points listés ci-après sont valables pour tous les cas de figure étudiés dans ce document.

1. *Puissance du TC de ligne* : la puissance du transformateur de mesure doit être dimensionnée pour alimenter convenablement le circuit intégrant plusieurs appareils.
2. *Câblage des câbles de puissance* : il convient de respecter la rotation et l'ordre des phases entre les repères des batteries de condensateurs et ceux du réseau.
3. *Mise à la terre du circuit secondaire du TC de ligne* : la mise à la terre de ce circuit est impérative.

## 3. SCHEMAS DE CABLAGE POUR UN TRANSFORMATEUR DE PUISSANCE

### 3.1. Schéma de base

Le schéma de l'installation de base intègre un transformateur de puissance et une batterie de condensateur automatique. Les phases sont arbitrairement notées L1, L2 et L3. La représentation graphique est unifilaire.

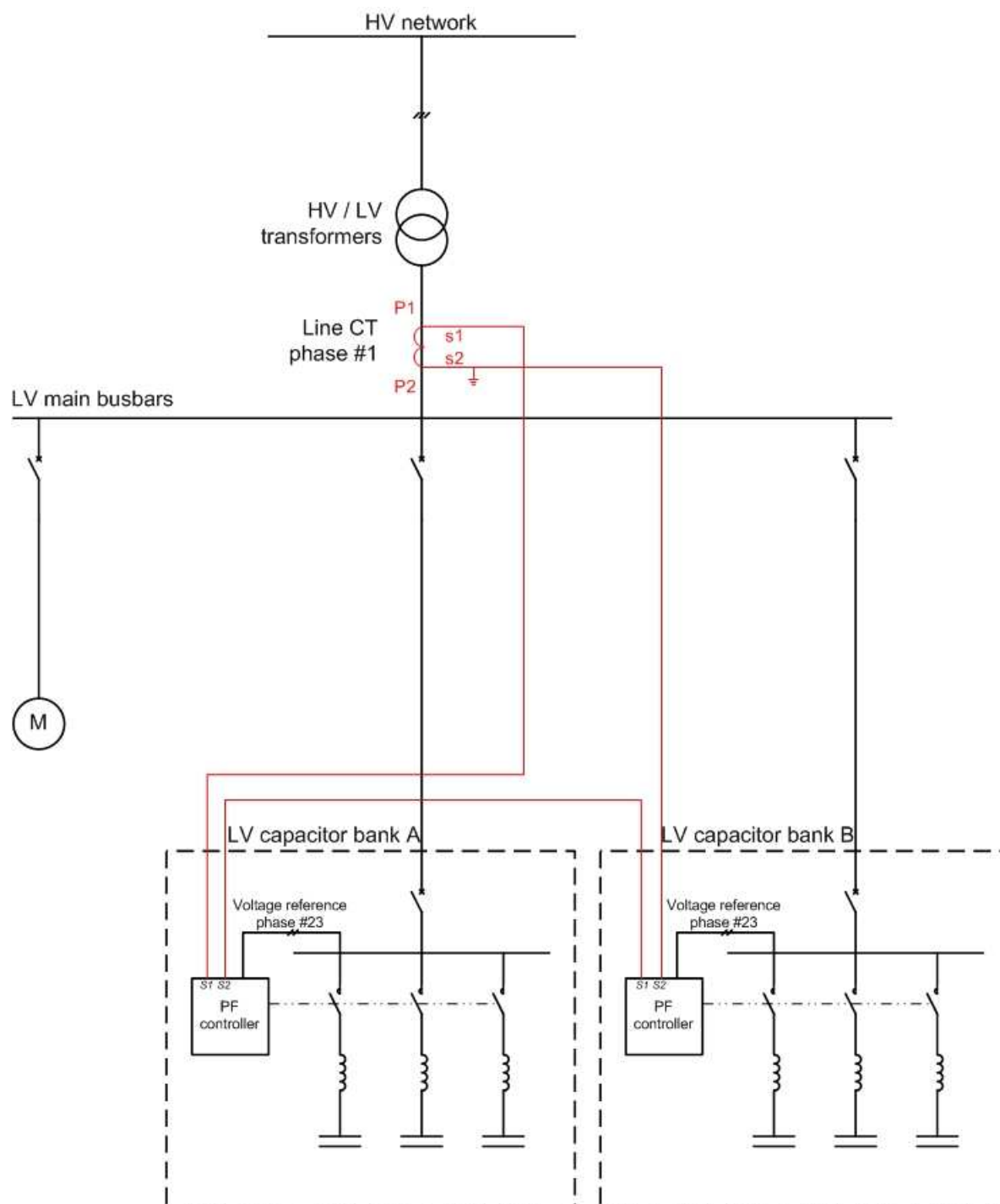


#### Câblage

1. *Tension de référence* : C'est une tension composée. Elle est prise sur le jeu de barre de la batterie de condensateur (tension entre phase L2 L3). Dans les batteries de condensateur Varet, cette information est déjà câblée ;
2. *TC de ligne* : Le transformateur de courant unitaire doit être câblé sur la phase L1 avec le système de référence des phases de la batterie de condensateur. Les entrées « courants » sont les bornes appelées S1 et S2 sur le régulateur.

### 3.2. Deux batteries de condensateur régulées sur le même transformateur

Ce cas se produit lorsque l'utilisateur ajoute une batterie de condensateur régulée dans une installation en comportant déjà une.



Le principe consiste à donner la même information aux deux batteries de condensateur (tension et courant). Les batteries voient le même niveau de charge.

### **Réglages du régulateur**

1. *Temporisation « DELAY »* : Pour éviter le phénomène de « pompage » entre les deux régulations indépendantes, il faut augmenter volontairement le temps de réponse de l'une des deux. Pour cela le paramètre « DELAY » de la batterie A peut être par exemple réglé à 50s et celui de la batterie B à 100s (le temps de réponse des Varlogic est fixé en interne à 20% de ce paramètre).
2. *Courant de réponse « C/K »* : le courant de réponse est calculé pour les deux batteries de manière indépendante.

Exemple : Les caractéristiques sont identiques et sont les suivantes : régulateur NR6, U=400V, Qpetitgradin=25kvar, TC\_ligne=3000/5.

Le C/K est calculé par l'expression suivante :

$$C / K = \frac{Q_{\text{petitgradin}}}{\sqrt{3} \times U \times TC} = \frac{25000}{\sqrt{3} \times 400 \times \frac{3000}{5}} = 0,06$$

Dans cet exemple, les régulateurs des deux batteries sont réglés identiquement.

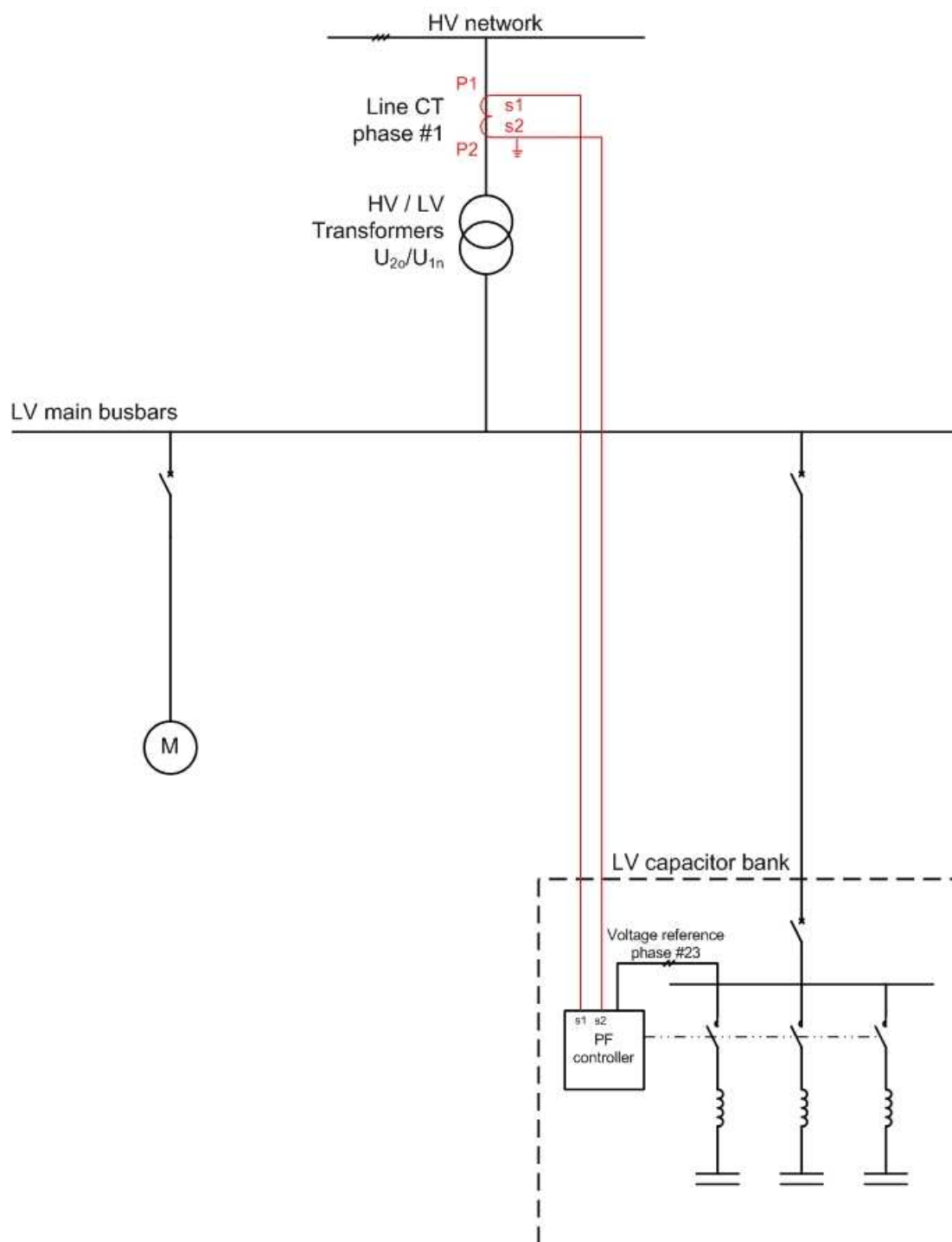
3. *Autres paramètres* : se reporter à la notice du régulateur.

### **Câblage**

1. *Tension de référence* : C'est une tension composée. Elle est prise sur le jeu de barre de la batterie de condensateur (tension entre phase L2 L3). Dans les batteries de condensateur Varset, cette information est déjà câblée ;
2. *TC de ligne* : Le transformateur de courant unitaire doit être câblé sur la phase L1 avec le système de référence des phases de la batterie de condensateur.

### 3.2. Une batterie de condensateur régulée sur la haute tension

Ce cas se produit lorsque l'utilisateur souhaite compenser par exemple la consommation réactive du transformateur.



### Réglages du régulateur

1. *Temporisation « DELAY »* : Réglage classique à 50s.
2. *Courant de réponse « C/K »* : le courant de réponse est calculé pour la batterie de condensateur en intégrant le rapport de transformation du transformateur.

Exemple : Les caractéristiques sont identiques et sont les suivantes : régulateur NR6, U=400V, Qpetitgradin=50kvar@400V, TC\_ligne=100/5 et  $U_{20}/U_{1n}=410/20000$ . La tension assignée de la batterie de condensateur peut être différente de la tension à vide du transformateur.

Le C/K est calculé par l'expression suivante :

$$C / K = \frac{Q_{\text{petitgradin}}}{\sqrt{3} \times U \times TR \times TC} = \frac{50000}{\sqrt{3} \times 400 \times \frac{20000}{410} \times \frac{100}{5}} = 0,07$$

3. *Autres paramètres* : se reporter à la notice du régulateur.

### Câblage

1. *Tension de référence* : Elle est prise sur le jeu de barre de la batterie de condensateur (tension entre phase L2 L3) dans les batteries Varset. **Attention, le régulateur travaille à partir du déphasage mesuré entre le courant et la tension de référence. Ce cas de figure ne fonctionne que si le couplage du transformateur n'induit pas de déphasage entre les tensions amont et aval ;**
2. *TC de ligne* : Le transformateur de courant unitaire doit être câblé sur la phase L1 avec le système de référence des phases de la batterie de condensateur.

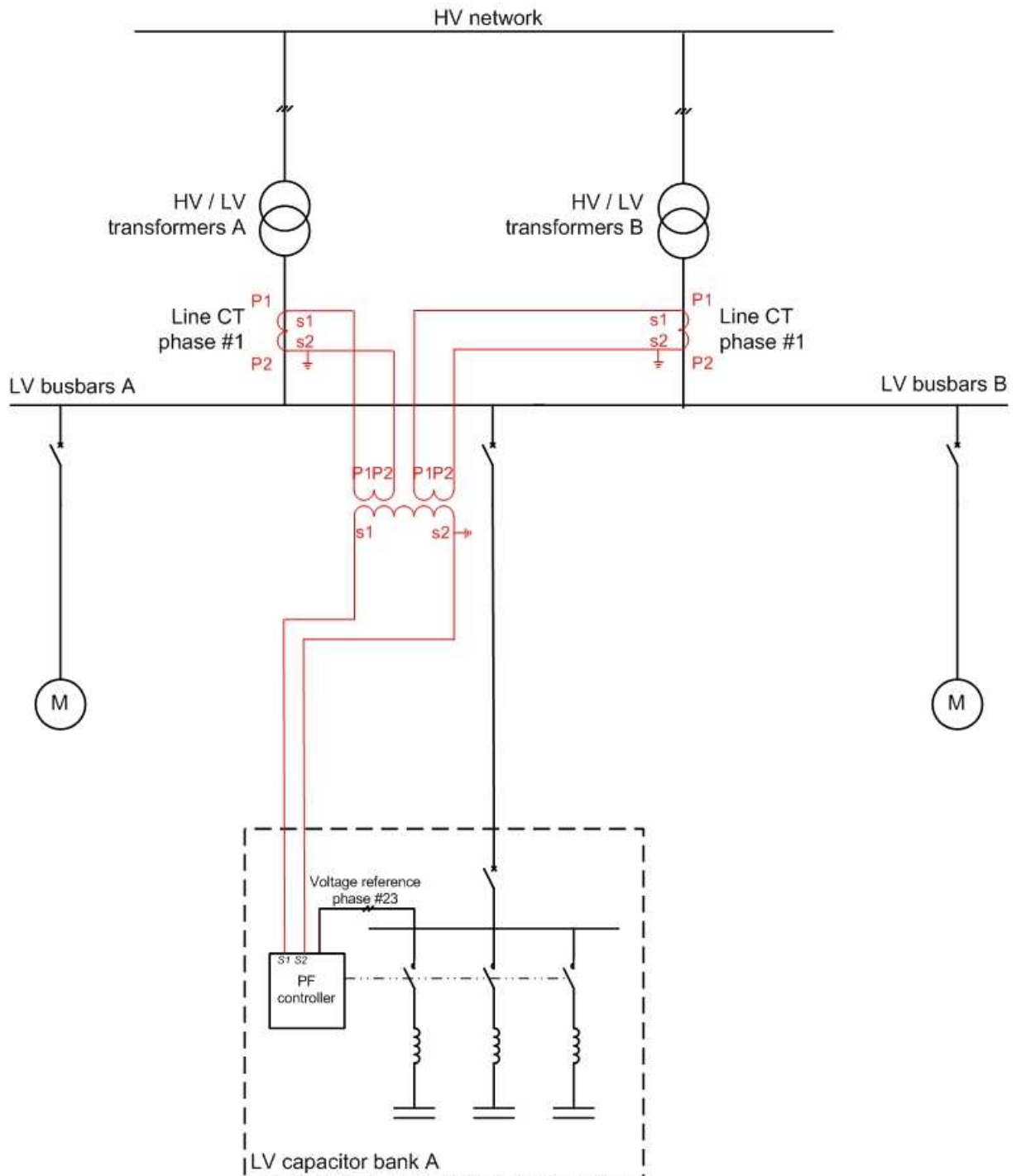
## 4. SCHEMAS DE CABLAGE POUR DEUX TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE

Il convient dans ce cas de distinguer plusieurs cas de figure en fonction des architectures de réseau employées. Nous retenons les cas de figure suivants :

1. *Transformateurs de puissance couplés en permanence sans moyen de découplage ;*
2. *Transformateurs de puissance couplés par un organe de couplage normalement ouvert (NO) ;*
3. *Transformateurs de puissance couplés par un organe de couplage normalement fermé ou ouvert (NF ou NO).*

## 4.1. Transformateurs couplés en permanence

Cela concerne les installations qui sont exploités avec les transformateurs en parallèles. Le régulateur doit voir l'ensemble des charges alimentées par les transformateurs.



### Choix des rapports des TC

1. *TC de ligne* : les TC de ligne sont choisis en fonction du courant maximum que peuvent délivrer les transformateurs. Par exemple XXXX / 5 ;
2. *TC sommateur* : Si les secondaires des TC de ligne sont de 5A alors le rapport du TC sommateur doit être : (5+5) / 5.

**Note** : l'insertion d'un TC sommateur introduit un rapport de 2. Par exemple si les TC de ligne A et B sont des 4000/5 alors un courant de 4000A fait circuler 5A dans le secondaire. Si par simplification, le courant dans le TC de ligne B est nul alors au secondaire du TC sommateur un courant de 2,5A circule (car son ratio est 10/5=2).

### Réglages du régulateur

1. *Courant de réponse « C/K »* : le courant de réponse est calculé en introduisant le TC sommateur.

Exemple : Régulateur NR6, U=400V, Qpetitgradin=50kvar, TC\_ligne\_A=3000/5, TC\_ligne\_B=3000/5 et TC\_sommateur=(5+5)/5.

Le C/K est calculé par l'expression suivante :

$$C / K = \frac{Q_{\text{petitgradin}}}{\sqrt{3} \times U \times TC} = \frac{50000}{\sqrt{3} \times 400 \times \frac{3000 + 3000}{5}} = 0,06$$

2. *CT* : Il faut programmer le rapport du TC dans le régulateur Varlogic. Ce paramètre est utilisé pour l'affichage des puissances à l'écran du régulateur (il n'est pas nécessaire pour la régulation). Si l'utilisateur souhaite faire afficher la puissance totale, il faut alors entrer le rapport total.

Exemple : si on considère les données de l'exemple précédent, il faut programmer un rapport de :

$$CT = \frac{3000}{5} + \frac{3000}{5} = \frac{6000}{5}$$

A noter que ce paramètre ne peut être supérieur à 6000/5 dans les régulateurs varlogics.

3. *Autres paramètres* : se reporter à la notice du régulateur.

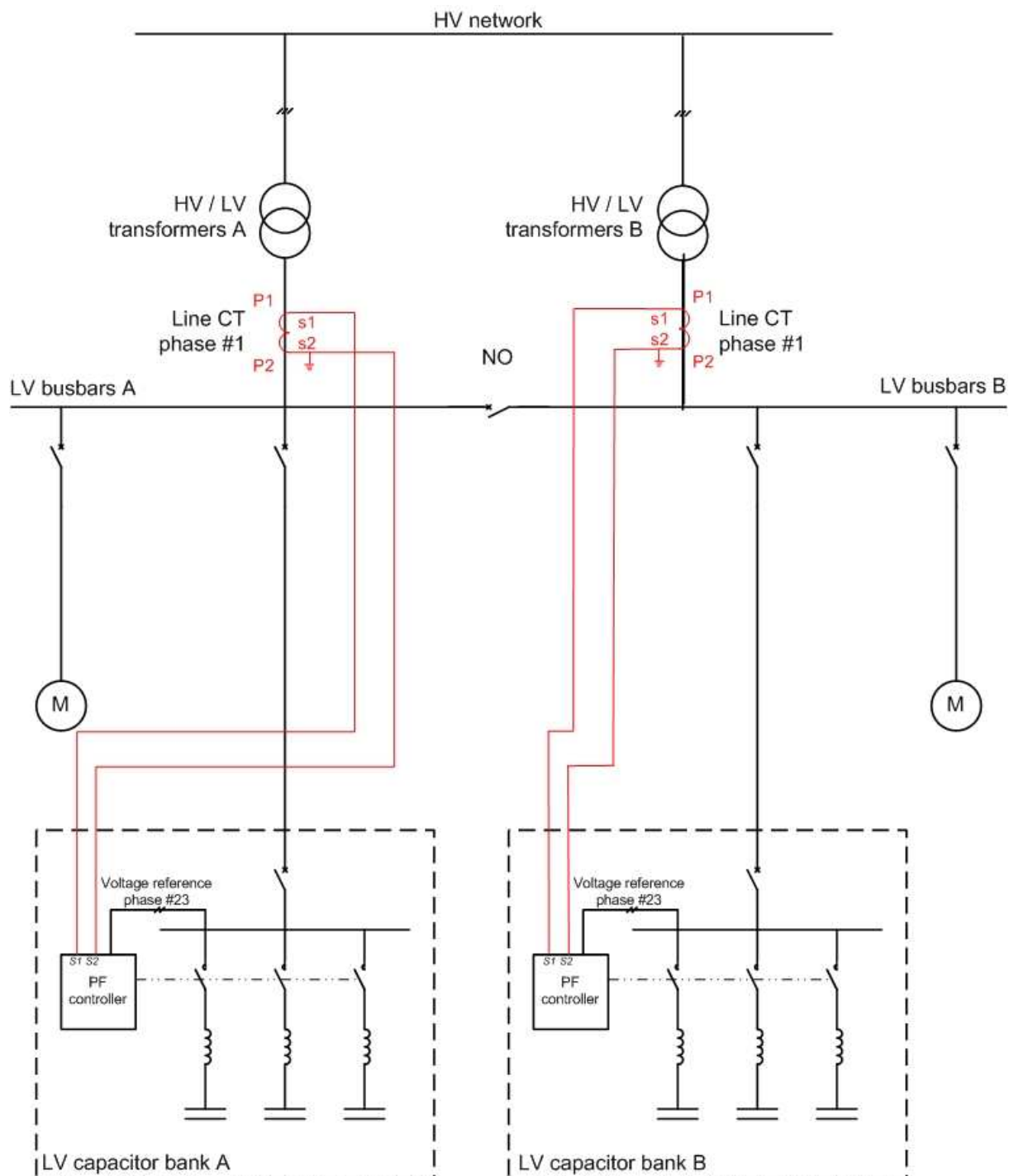
**Note** : l'introduction d'un sommateur induit un rapport global plus important. Par expérience, cette solution n'est plus adaptée si les rapports des TC de ligne et de couplage dépassent 3000/5 (C/K trop petit et courant au secondaire du sommateur trop faible).

### Câblage

1. *Tension de référence* : C'est une tension composée. Elle est prise sur le jeu de barre de la batterie de condensateur (tension entre phase L2 L3). Dans les batteries de condensateur Varsset, cette information est déjà câblée ;
2. *TC de ligne* : Le transformateur de courant unitaire doit être câblé sur la phase L1 avec le système de référence des phases de la batterie de condensateur. Ces TC doivent être montés sur la même phase.

## 4.2. Transformateurs avec un couplage normalement ouvert (NO)

Cela concerne les installations qui sont exploitées avec le couplage ouvert. La fermeture du couplage est occasionnelle (par exemple lors d'une manœuvre temporaire en cas de perte d'un transformateur). Se reporter au paragraphe suivant pour les cas où le couplage pourrait être aussi bien ouvert que fermé.



### **Scenarios d'exploitations possibles :**

1. *couplage ouvert (exploitation normale)* : ce cas se ramène à deux schémas de base avec une batterie de condensateur par transformateur ;
2. *couplage fermé et deux transformateurs en service (exploitation dégradée)* : les batteries de condensateur se trouvent en parallèle. Il convient de modifier temporairement le paramètre « DELAY » de l'un des deux régulateurs varométriques. Pour cela le paramètre « DELAY » de la batterie A peut être par exemple réglé à 50s et celui de la batterie B à 100s
3. *couplage fermé et un transformateur en service (exploitation dégradée)* : un des transformateurs est hors service. Une des deux batteries de condensateurs stoppe sa régulation car le TC ne voit plus de courant. Par mesure de sécurité, il est préférable d'ouvrir le circuit de puissance de la batterie de condensateur correspondante au transformateur hors service. A noter qu'une seule batterie de condensateur reste en service (la compensation d'énergie réactive pourrait être dégradée – pas suffisante) ;

### **Choix des rapports des TC**

1. *TC de ligne* : les TC de ligne sont choisis en fonction du courant maximum que peuvent délivrer les transformateurs. Par exemple XXXX / 5 ;

### **Réglages du régulateur**

1. *Temporisation « DELAY »* : les temporisations sont réglés à 50s pour les régulateurs A et B.
2. *Courant de réponse « C/K »* : le courant de réponse est calculé de la manière suivante.

Exemple : Régulateur NR6, U=400V, Qpetitgradin=30kvar, TC\_ligne\_A=2000/5.

Le C/K est calculé par l'expression suivante :

$$C / K = \frac{Q_{\text{petitgradin}}}{\sqrt{3} \times U \times TC} = \frac{30000}{\sqrt{3} \times 400 \times \frac{2000}{5}} = 0,11$$

Si les configurations A et B sont identiques, alors le réglage est identique pour les deux régulateurs.

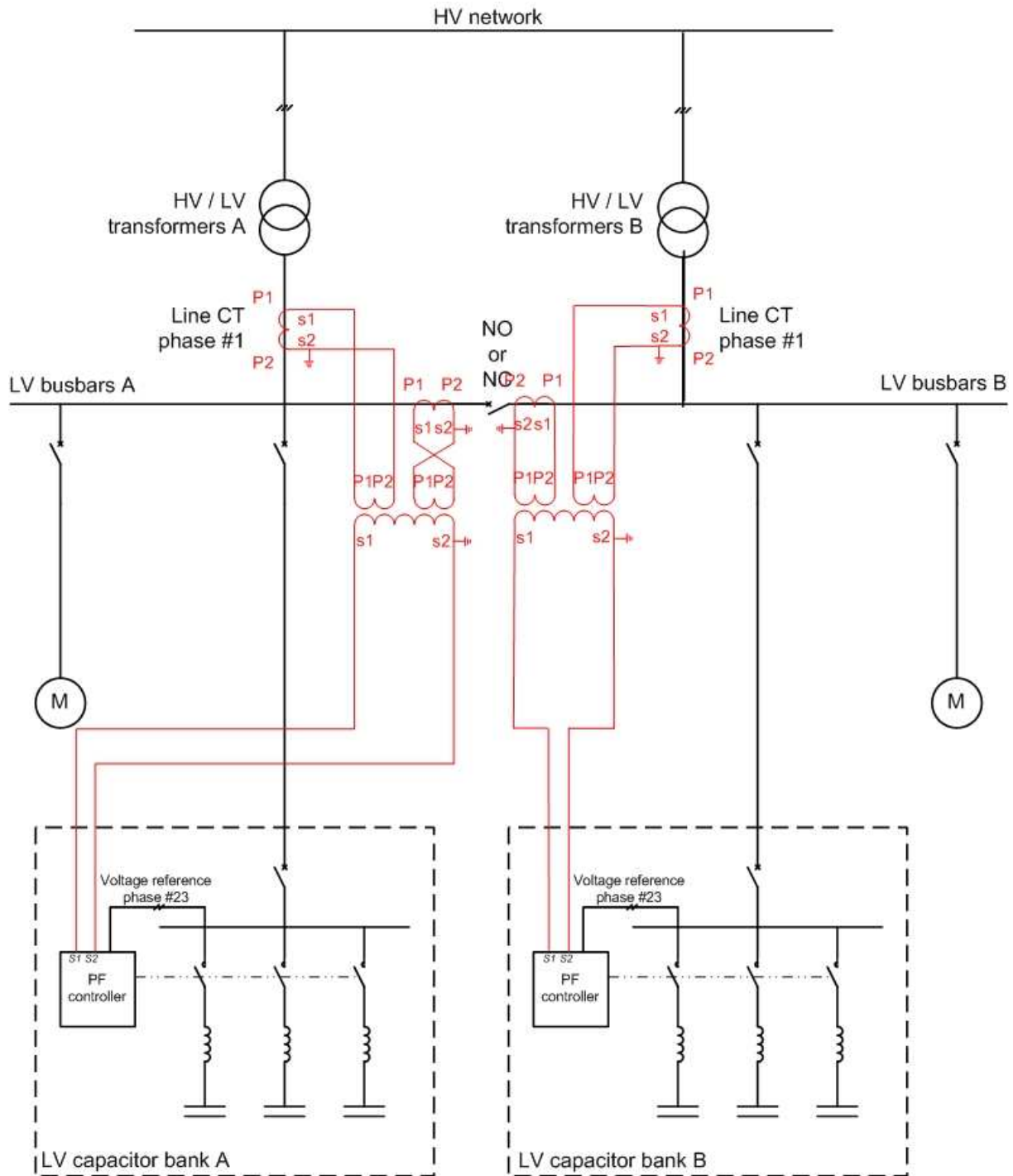
3. *Autres paramètres* : se reporter à la notice du régulateur.

### **Câblage**

1. *Tension de référence* : C'est une tension composée. Elle est prise sur le jeu de barre de la batterie de condensateur (tension entre phase L2 L3). Dans les batteries de condensateur Varset, cette information est déjà câblée ;
2. *TC de ligne* : Le transformateur de courant unitaire doit être câblé sur la phase L1 avec le système de référence des phases de la batterie de condensateur. Ces TC doivent être montés sur la même phase.

### 4.3. Transformateurs avec un couplage normalement fermé ou ouvert (NF ou NO)

Cela concerne les installations qui sont exploitées avec le couplage ouvert ou fermé. Les batteries de condensateur doivent fonctionner dans ces deux configurations.



Chaque batterie de condensateur compense les charges des demi-jeux de barre A ou B sur lequel sont connectées les batteries de condensateur A ou B (indépendamment de l'autre jeu de barre et quelque soit la position du couplage).

Le principe consiste à calculer le courant de la charge en soustrayant le courant de ligne au courant traversant le couplage. Le résultat de l'opération est vu par le régulateur qui voit ainsi la charge A ou B.

#### **Scenarios d'exploitations possibles :**

1. *Deux transformateurs en exploitation / couplage ouvert* : chaque batterie de condensateur voit sa charge (A ou B) ;
2. *Deux transformateurs en exploitation / couplage fermé* : en supposant que les transformateurs aient une impédance identique (puissance et tension de court circuit), les charges des jeux de barres A plus B vont théoriquement se répartir à part égales entre les transformateurs. Si les charges A et B ne sont pas identiques, un courant circule dans le couplage. Avec les TC sur le couplage, chaque batterie régule avec le niveau de charge A ou B ;
3. *Un transformateur en exploitation / couplage ouvert* : admettant que le transformateur A est hors service. Si les transformateurs sont dimensionnés pour alimenter la totalité de la charge A + B, alors le transformateur B alimente les charges A + B. Dans ce cas de figure, la batterie de condensateur A compense la charge A et la B compense la charge B grâce à l'utilisation des TC de couplage.

#### **Choix des rapports des TC**

1. *TC de ligne* : les TC de ligne sont choisis en fonction du courant maximum que peut délivrer le transformateur. Par exemple  $XXXX / 5$  ;
2. *TC de couplage* : le ratio du TC de couplage est le même que celui du TC de ligne, donc  $XXXX / 5$  ;
3. *TC sommateur* : Si les secondaires des TC de ligne et de couplage sont de 5A alors le rapport du TC sommateur doit être :  $(5+5) / 5$ .

**Note** : l'insertion d'un TC sommateur introduit un rapport de 2. Par exemple si le TC de ligne A et B sont des  $4000/5$  alors un courant de 4000A fait circuler 5A dans le secondaire. Si par simplification, le courant dans le TC de ligne B est nul alors au secondaire du TC sommateur un courant de 2,5A circule (car son ratio est  $10/5=2$ ).

## Réglages du régulateur

1. *Temporisation « DELAY »* : les temporisations sont réglés à 50s pour les régulateurs A et B.
2. *Courant de réponse « C/K »* : le courant de réponse est calculé en introduisant le rapport du TC sommateur.

Exemple : Régulateur NR6, U=400V, Qpetitgradin=50kvar, TC\_ligne=3000/5, TC\_couplage=3000/5 et TC\_sommateur=(5+5)/5.

Le C/K est calculé par l'expression suivante :

$$C / K = \frac{Q_{\text{petitgradin}}}{\sqrt{3} \times U \times TC} = \frac{50000}{\sqrt{3} \times 400 \times \frac{3000 + 3000}{5}} = 0,06$$

3. *CT* : Il faut programmer le rapport du TC dans le régulateur Varlogic. Ce paramètre est utilisé pour l'affichage des puissances à l'écran du régulateur (il n'est pas nécessaire pour la régulation). Si l'utilisateur souhaite faire afficher la puissance totale, il faut alors entrer le rapport total.

Exemple : si on considère les données de l'exemple précédent, il faut programmer un rapport de :

$$CT = \frac{3000}{5} + \frac{3000}{5} = \frac{6000}{5}$$

A noter que ce paramètre ne peut être supérieur à 6000/5 dans les régulateurs varlogics.

**Note** : l'introduction d'un sommateur induit un rapport global plus important. Par expérience, cette solution n'est plus adaptée si les rapports des TC de ligne et de couplage dépassent 3000/5 (C/K trop petit et courant au secondaire du sommateur trop faible).

## Câblage

1. *Tension de référence* : C'est une tension composée. Elle est prise sur le jeu de barre de la batterie de condensateur (tension entre phase L2 L3). Dans les batteries de condensateur Varset, cette information est déjà câblée ;
2. *TC ligne / TC couplage* : Le transformateur de courant unitaire doit être câblé sur la phase L1 avec le système de référence des phases de la batterie de condensateur. Ces TC doivent être montés sur la même phase.

## 96. ANNEXE 01 : CONVENTION POUR LA POLARITE DES TC

Cette annexe établit la convention retenue dans ce document pour la polarité des transformateurs de mesure de courant utilisés dans les réseaux électriques à courant alternatif sinusoïdal.

Les transformateurs de courant (TC) sont des instruments qui sont utilisés pour alimenter sous une valeur réduite les courants pour les ampèremètres, relais de protection et autres instruments. Les TC permettent d'isoler galvaniquement le primaire et le secondaire. La mise à la terre du secondaire constitue une protection. L'amplitude réduite permet d'être utilisée de façon sûre par les instruments de mesure.

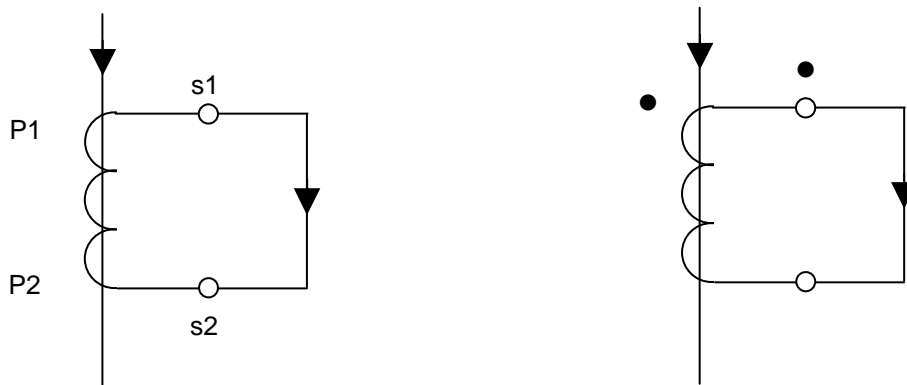
Cependant si l'amplitude est réduite, le signal doit être transmis au secondaire en phase avec le primaire. Le sens des enroulements primaire et secondaire doit être repéré pour le câblage correct des appareils (par exemple : les relais varométriques mesurent le déphasage entre le courant de référence et la tension. Si les informations ne sont pas l'image de la réalité, le système ne fonctionnera pas). Pour assurer le câblage correct des transformateurs de mesure, il est donc nécessaire de connaître la polarité des bornes.

La convention retenue est la suivante : un courant noté rentrant dans la borne P1 et sortant par la borne P2 fait circuler un courant dans le circuit secondaire de la borne S1 vers S2 par l'extérieur du circuit (attention cette convention est différente de celle retenue dans le document NC022 sur l'étude du transformateur d'alimentation de puissance).

Les bornes des TC sont notées comme suivant :

	Entrée	Sortie
<b>Primaire</b>	P1	P2
	K	L
	•	
	H1	H2
<b>Secondaire</b>	s1	s2
	k	l
	•	
	X1	X2

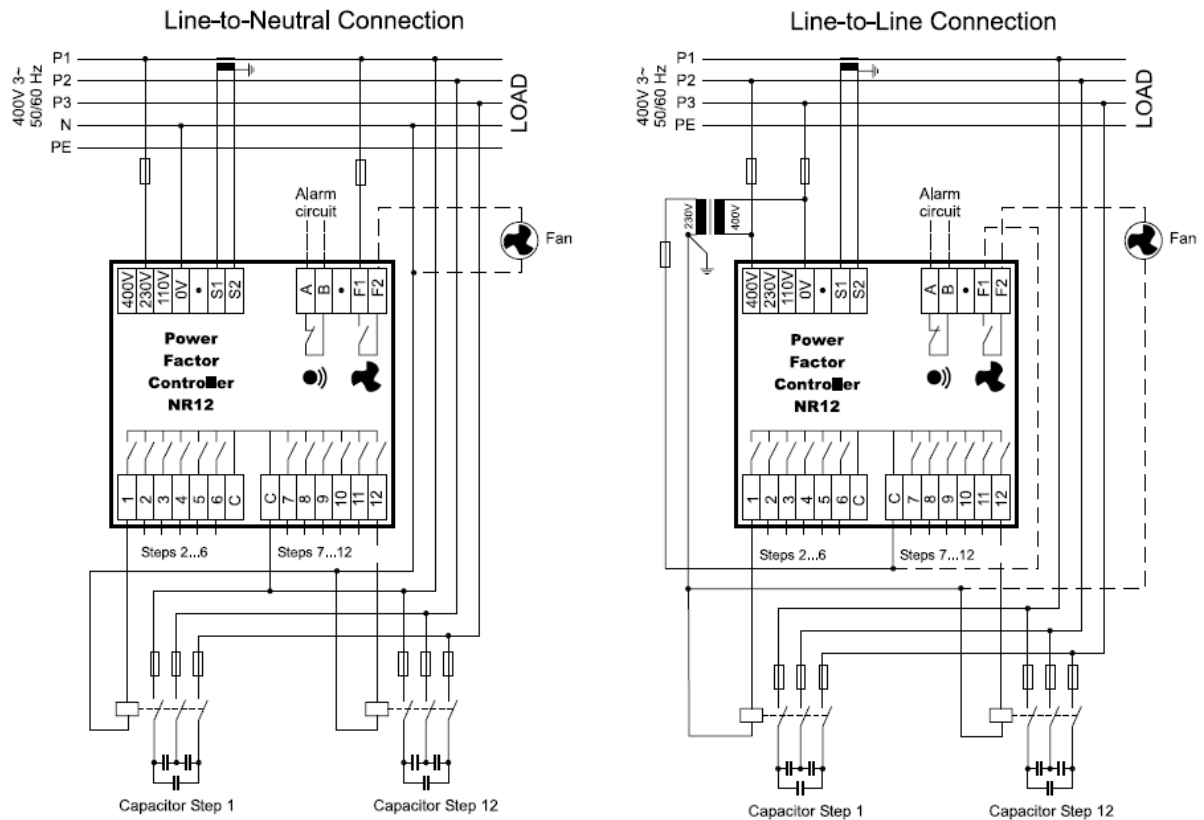
Illustration de la convention précédemment établie :



## 97. ANNEXE 02 : EXTRAIT DES NOTICES UTILISATEURS

### 97.1. Schémas de connexion de principe des régulateurs NR6/NR12

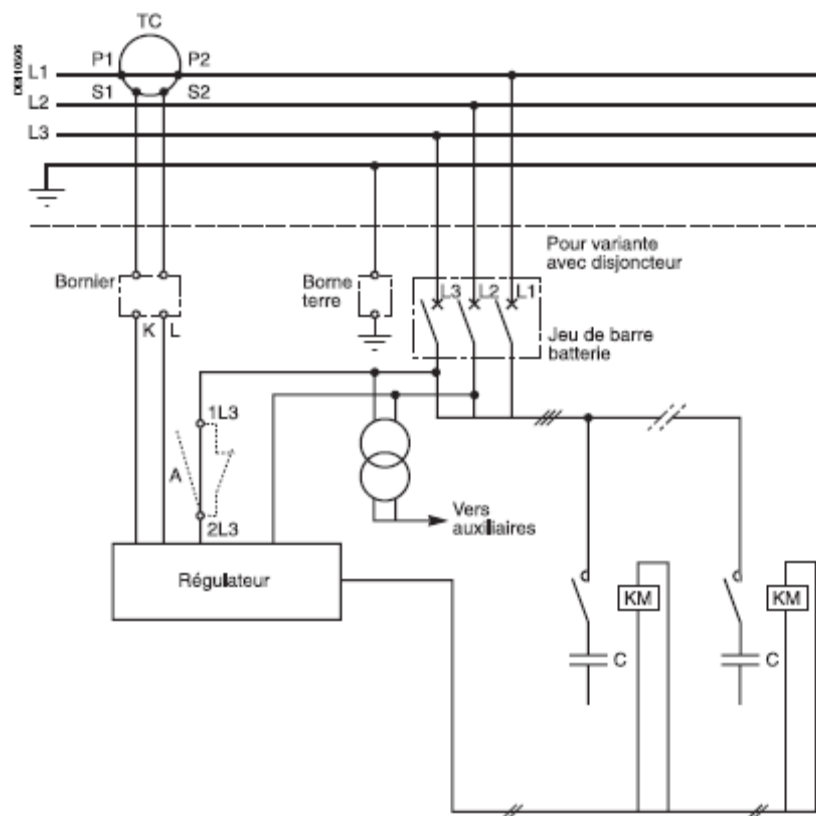
Les informations suivantes sont extraites de la notice référence 3653491EN du 09/2004.



## 97.2. Schémas de connexion de principe du circuit courant des Varset

Les informations suivantes sont extraites de la notice référence AAV31917\_00 du 10/2006.

### Schéma de raccordement



### Raccordement des câbles du circuit courant

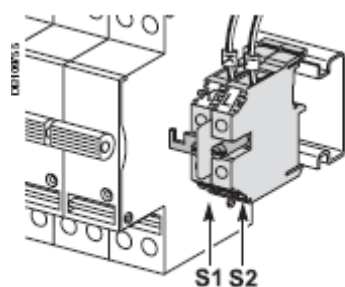


Fig. 15 : raccordement du TC au bornier.

## 98. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Notice d'utilisateur du Varlogic NR6/NR12/NRC12.

## 99. INDEX

1. OBJET .....	1
2. INTRODUCTION .....	2
2.1. Domaine d'application.....	2
2.2. Généralités.....	2
3. SCHEMAS DE CABLAGE POUR UN TRANSFORMATEUR DE PUISSANCE .....	3
3.1. Schéma de base .....	3
3.2. Deux batteries de condensateur régulées sur le même transformateur .....	4
3.2. Une batterie de condensateur régulée sur la haute tension.....	6
4. SCHEMAS DE CABLAGE POUR DEUX TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE .....	8
4.1. Transformateurs couplés en permanence.....	9
4.2. Transformateurs avec un couplage normalement ouvert (NO) .....	11
4.3. Transformateurs avec un couplage normalement fermé ou ouvert (NF ou NO).....	13
96. ANNEXE 01 : CONVENTION POUR LA POLARITE DES TC.....	16
97. ANNEXE 02 : EXTRAIT DES NOTICES UTILISATEURS .....	17
97.1. Schémas de connexion de principe des régulateurs NR6/NR12 .....	17
97.2. Schémas de connexion de principe du circuit courant des Varsset.....	18
98. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	19
99. INDEX.....	20