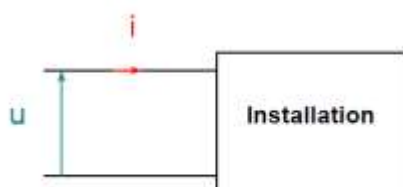


## À retenir

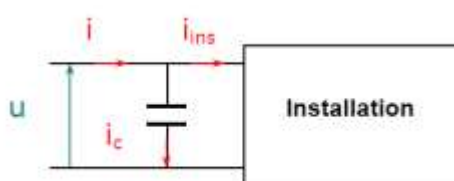
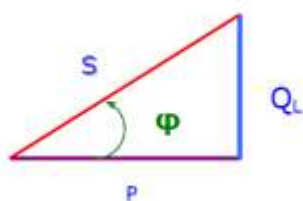
### Problème posé

Si votre installation comporte de nombreux moteurs asynchrones qui consomment de l'énergie réactive (bobinages), vous devez relever le facteur de puissance au minimum à 0,93.

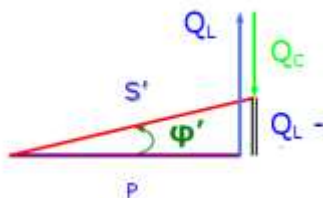
$$\cos \varphi > 0,93 \text{ ou } \tan \varphi < 0,4$$



Avant compensation.



Après compensation.



En dessous de cette valeur EDF vous facturera cette énergie réactive car elle lui coûte cher, puisque EDF fournir plus de courant pour une même puissance active P.

Donc nécessité d'utiliser un condensateur qui fournit une énergie réactive à l'installation.

### En monophasé :

$$Q_C = U^2 C \omega$$

La puissance active d'un condensateur étant égale à 0, la puissance active P de l'installation est la même avant et après la mise en place du condensateur

$$Q_C = P (\tan \varphi - \tan \varphi')$$

Par convention on adoptera :

$\varphi$  : Angle de déphasage avant relèvement

$\varphi'$  : Angle de déphasage après relèvement

On en déduit :

$$C = \frac{P (\tan \varphi - \tan \varphi')}{U^2 \omega}$$

### En triphasé :

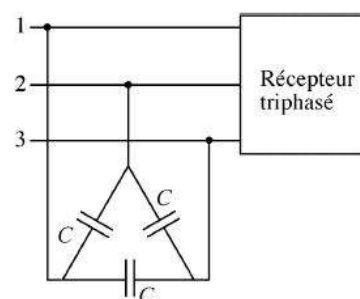
L'amélioration du facteur de puissance est réalisée par 3 condensateurs qui peuvent être couplés en étoile ou en triangle.

#### Couplage étoile.

Lorsque le facteur de puissance augmente de  $\cos \varphi_{\text{initial}}$  à  $\cos \varphi_{\text{final}}$  le déphasage diminue et la puissance réactive diminue de  $Q_1 = P \tan \varphi$  à  $Q_2 = P \tan \varphi'$ .

$$C = \frac{P (\tan \varphi - \tan \varphi')}{V^2 \omega}$$

$$Q_C = Q_1 - Q_2$$



#### 2) Couplage triangle.

$$C = \frac{P (\tan \varphi - \tan \varphi')}{3 U^2 \omega}$$

#### Remarque :

**Le couplage triangle des condensateurs est plus avantageux car leur capacité est trois fois plus petite qu'en couplage étoile.**

## Exercice N°1

(voir page 114)

(Sujet E2 juin 2009)

### CONSOMMATION DE PUISSANCE REACTIVE DES LUMINAIRES

La mise en service à heure fixe d'une partie importante des luminaires engendre une variation de la puissance réactive consommée.

L'étude portera sur le calcul de la puissance réactive consommée par les luminaires des chemins lumineux. Les tubes fluorescents ne sont pas compensés individuellement pour éviter la surintensité à l'allumage. Pour améliorer le facteur de puissance de l'installation, la compensation est centralisée dans les TGBT.

Les chemins lumineux totalisent 66 tubes de 58 W et 48 tubes de 36 W. Le facteur de puissance des tubes de 58 W est de 0,4 en moyenne et celui des tubes de 36 W est de 0,5 en moyenne.

Calculer la puissance réactive consommée par l'ensemble des tubes de 58 W.

Formule	Application numérique	Résultat
Q1 =	Q1 =	Q1 =

\*Remarque : Accepter un raisonnement avec Pa du luminaire = Pa du tube ou un raisonnement avec Pa du luminaire = 115% Pa du tube (pour la consommation du ballast).

Calculer la puissance réactive consommée par l'ensemble des tubes de 36 W.

Formule	Application numérique	Résultat
Q2 =	Q2 =	Q2 =

Calculer la puissance réactive consommée pendant la journée par la mise en service de 2/3 des chemins lumineux niveau N1 alimentés par le tableau de distribution TD4N.

Formule	Application numérique	Résultat
Q <sub>N1</sub> =	Q <sub>N1</sub> =	Q <sub>N1</sub> =

Par quel moyen compense-t-on la puissance réactive globale au niveau du TGBT P4 de 800kVA ?

Réponse :

Quels auraient été les avantages de faire une compensation de puissance réactive partielle dans le tableau TD4N?

Réponse :

### CHOIX DU MODULE DE COMPENSATION

Le taux de distorsion en courant harmonique THD(I) au niveau du TGBT P4 est de 15,4 % pour une charge de 650 kVA au moment de la mesure.

Choisir le type d'équipement Merlin Gérin de compensation adapté au niveau de pollution harmonique du réseau. La pollution est due essentiellement à l'éclairage et aux centrales de traitement d'air.

Formule	Application numérique	Résultat

Conclusion :

Fréquence d'accord : 190 Hz

En déduire la référence d'un module de compensation sans jeu de barres Merlin Gérin qui convient pour cette installation.

Puissance réactive compensée par module :

Référence :

## Exercice N°2

(voir pages 114 et 115)

(Sujet E2 juin 2012)

### Compensation du facteur de puissance TGBT2

Compléter le bilan des puissances ci dessous en arrondissant les puissances au dixième par excès :

(Note : Les puissances réactives sont calculées à partir des puissances actives corrigées) :

Départ	P (kW)	Ku	Pcorrigée (kW)	Cosφ	Tanφ	Q (kVAR)
Clim						
Antartica						
Restaurant						
Compresseur	50	0,6	30	0,91	0,456	13,7
Onduleur	60	0,5	30	1	0,000	0,0
Ours	250	0,8	200	0,85	0,620	123,9
Autres	200	0,8	160	0,87	0,567	90,7
Total						

Pour la suite des calculs, on supposera que la puissance active totale est de 860 kW et que la puissance réactive totale absorbée par l'installation est de 515 kVAR. On vous demande de calculer la puissance apparente totale et le facteur de puissance global de l'installation :

Formule :	Application numérique :	
Formule :	Application : Cos φ =	Application : Tan φ =

Calculer la puissance réactive QC à compenser pour obtenir  $\tan \varphi' = 0,4$  au secondaire du transformateur :

Formule :	Application numérique :
-----------	-------------------------

Calculer la puissance réactive Q'T consommée après compensation :

Formule :	Application numérique :
-----------	-------------------------

Déterminer le type de compensation à utiliser :

Formule :	Application numérique :
-----------	-------------------------

Compensation fixe	<input type="checkbox"/>
-------------------	--------------------------

Compensation Automatique	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

La puissance des générateurs d'harmoniques est estimée à Gh = 360kVA. Déterminer le type et la référence de la batterie. Sn = 1000 kVA et fréquence 215 Hz.

Formule :	Application numérique :
-----------	-------------------------

Type :
--------

Puissance batterie	<input type="text"/>
Référence batterie	<input type="text"/>

## Annexe exercice N°1

Choix du type de compensation :

Les équipements de compensation peuvent être de trois types (Classic, Confort, Harmony), adaptés au niveau de pollution harmonique du réseau. Le choix peut se faire :

- Soit à partir du rapport  $G_h/S_n$  (voir annexe exercice 2)
- Soit à partir des distorsions en courant harmonique THD(I) mesuré.

$$\text{THD}(I) \times \frac{S}{S_n} < 5\%$$

➔ Equipement Classic

$$5\% < \text{THD}(I) \times \frac{S}{S_n} < 10\%$$

➔ Equipement Confort

$$10\% < \text{THD}(I) \times \frac{S}{S_n} < 20\%$$

➔ Equipement Harmony

$S_n$  : Puissance apparente du transformateur -  $S$  : Charge en kVA au secondaire du transformateur au moment de la mesure

Module de compensation. Tension de réseau 400/415V 50Hz

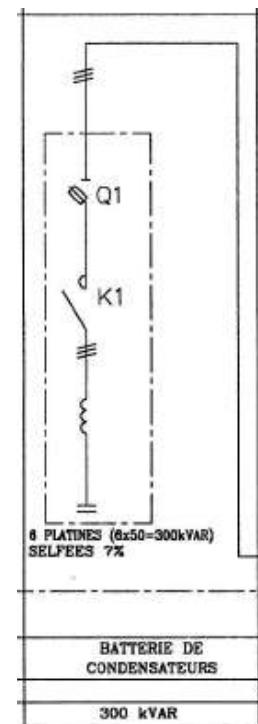


### Varpact Harmony

Pour réseaux pollués ( $25\% < G_h/S_n \leq 50\%$ )

rang	puissance sous 400 V	gradin	référence			
			Varpact "sans jeu de barres"	poids (kg)	Varpact B "avec jeu de barres"	poids (kg)
2,7 (135 Hz)	12,5 + 12,5	double	51918	38,5	51761	41,5
	12,5	simple	51919	23,5	51763	26,5
	25	simple	51920	35,5	51765	38,5
	50	simple	51921	46,5	51767	49,5
4,3 (215 Hz)	12,5 + 12,5	double	51936	37	51505	40
	12,5	simple	51937	22	51509	25
	25	simple	51938	34	51511	37
	50	simple	51939	45	51512	48

Départ Batterie de compensation TGBT P4



## Annexe exercice N°2

rapport $G_h/S_n$	type d'équipement recommandé
$\frac{G_h}{S_n} < 15\%$	les équipements de type standard conviennent
$15\% < \frac{G_h}{S_n} < 25\%$	les équipements de type H sont conçus pour supporter les contraintes liées aux harmoniques. On utilise des condensateurs de tension de dimensionnement 470 V (réseau 400/415 V)
$25\% < \frac{G_h}{S_n} < 50\%$	les équipements de type SAH comportent des condensateurs de tension de dimensionnement 470 V associés à des selfs anti-harmoniques
$\frac{G_h}{S_n} > 50\%$	l'installation de filtres est recommandée, voir page <b>C85</b>

$G_h$  : Puissance des générateurs d'harmoniques -  $S_n$  : Puissance apparente du transformateur source



Rectimat 2, armoire 2



Rectimat 2, armoire 3

**Caractéristiques :**

- tension assignée : 400/415 V
- tension de dimensionnement des condensateurs : 470 V, triphasée 50 Hz
- rang d'accord : 2,7 (135 Hz) ou 4,3 (215 Hz)
- tolérance sur valeur de capacité : -5 %, +10 %
- classe d'isolement :
  - 0,69 kV
  - tenue 50 Hz 1 min. : 2,5 kV
- courant maximal admissible (400 V) :
  - à 135 Hz : 1,12 In
  - à 215 Hz : 1,27 In
- air ambiant autour de l'équipement :
  - température maximale : 40 °C
  - température moyenne sur 24 h : 35 °C
  - température moyenne annuelle : 25 °C
  - température minimale : -5 °C
- degré de protection : IP21D (excepté IP00 sur face inférieure côté sol)
- transformateur 400/230 V intégré
- protection contre les contacts directs (porte ouverte)
- couleur :
  - tôle : RAL 9002
  - bandeau : RAL 7021
- normes : IEC 60439-1, EN 60439-1.

**Rectimat 2, type SAH****Présentation**

Les batteries Rectimat 2 sont des équipements de compensation automatique qui se présentent sous la forme d'armoire.

Les batteries Rectimat 2 type SAH conviennent pour les réseaux fortement pollués (25 % < Gh/Sn < 50 %).

Rectimat 2 existe également avec disjoncteur de tête intégré (consulter votre agence).

**Options (sur demande, consulter votre agence) :**

- talon de compensation fixe
- extension
- délestage (EJP, normal-secours)
- raccordement par le haut.

**Installation :**

- fixation : au sol ou sur réhausse (accessoire)
- raccordement des câbles de puissance par le bas sur plages
- le TI (5 VA sec. 5 A), non fourni, est à placer en amont de la batterie et des récepteurs
- Il n'est pas nécessaire de prévoir une alimentation 230 V/50 Hz pour alimenter les bobines des contacteurs.

accord (Hz)	puissance 400 V (kvar)	régulation	réalisation	disjoncteur préconisé (non fourni)	réf.
215	25	2 x 12,5	armoire 2	NS100	52654
	37,5	3 x 12,5	armoire 2	NS100	52655
	50	4 x 12,5	armoire 2	NS100	52656
	62,5	5 x 12,5	armoire 2	NS160	52657
	75	3 x 25	armoire 2	NS160	52658
	100	4 x 25	armoire 2	NS250	52659
	125	5 x 25	armoire 3	NS250	52660
	150	6 x 25	armoire 3	NS400	52661
	150	3 x 50	armoire 3	NS400	52662
	175	7 x 25	armoire 3	NS400	52663
	200	4 x 50	armoire 3	NS400	52664
	250	5 x 50	armoire 3	NS630	52665
	300	6 x 50	armoire 3B	NS630	52666
	350	7 x 50	armoire 4	NS800	52667
	400	8 x 50	armoire 4	NS800	52668
	450	9 x 50	armoire 4	NS1000	52669
	500	10 x 50	armoire 4	NS1000	52670
550	11 x 50	armoire 4	NS1250	52810	
600	12 x 50	armoire 4B	NS1250	52811	
135	25	2 x 12,5	armoire 2	NS100	51544 ☉
	37,5	3 x 12,5	armoire 2	NS100	51545 ☉
	50	4 x 12,5	armoire 2	NS100	51546 ☉
	62,5	5 x 12,5	armoire 2	NS160	51547 ☉
	75	3 x 25	armoire 3	NS160	51543 ☉
	100	4 x 25	armoire 3	NS250	51549 ☉
	125	5 x 25	armoire 3	NS250	51550 ☉
	150	6 x 25	armoire 3	NS250	51551 ☉
	150	3 x 50	armoire 3	NS250	51552 ☉
	175	7 x 25	armoire 3	NS400	51553 ☉
	200	4 x 50	armoire 3	NS400	51554 ☉
	250	5 x 50	armoire 3B	NS630	51555 ☉
	300	6 x 50	armoire 3B	NS630	51556 ☉
	350	7 x 50	armoire 4	NS630	51557 ☉
	400	8 x 50	armoire 4	NS800	51558 ☉
	450	9 x 50	armoire 4	NS800	51559 ☉
	500	10 x 50	armoire 4	NS1000	51560 ☉
550	11 x 50	armoire 4B	NS1000	51561 ☉	
600	12 x 50	armoire 4B	NS1000	51562 ☉	

accessoire pour Rectimat 2 type SAH	réf.
socle réhausse H = 250 mm pour armoires 2 et 3	52673
socle réhausse H = 250 mm pour armoire 3B	52672 + 52673
socle réhausse H = 250 mm pour armoire 4	2 x 52673
socle réhausse H = 250 mm pour armoire 4B	52672 + 2 x 52673