

TD n° 7

I 1 seul sens du courant possible
→ les ponts ne peuvent avoir le même sens

$$U_{C1} - R_i - L \frac{di}{dt} + U_{C2} = 0$$

On néglige R .

$$\Rightarrow \langle U_{C1} \rangle - L \left\langle \frac{di}{dt} \right\rangle + \langle U_{C2} \rangle = 0.$$

$$\Rightarrow \langle U_{C1} \rangle = - \langle U_{C2} \rangle$$

$$\underline{U_{C1} = -U_{C2}}$$

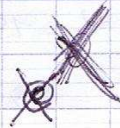
$$U_{C1} = \frac{3\sqrt{3} V_{1\max}}{2\pi} (2 \cos \alpha_1) = \frac{3\sqrt{3} V_2}{\pi} V_1 \cos \alpha_1$$

$$U_{C2} = \frac{3\sqrt{3}}{\pi} V_2 \max \cos \alpha_2$$

$$V_1 = V_2 \quad (\text{if inance}).$$

$$\Rightarrow \underline{\cos(\alpha_1) = -\cos(\alpha_2)}$$

$$\Rightarrow \underline{\alpha_2 = \pi - \alpha_1}$$



$$1.3 \quad \alpha_1 = 30^\circ$$

$$I_1 = 1850 \text{ A}$$

$$\alpha_2 = 180 - 30 = 150^\circ$$

$$P_1 = \langle U_{c1} \cdot i \rangle = I \int_0^{2\pi} U_{c1} \cos(\omega t - \alpha_1) dt$$

$$= V_{c1} I > 0$$

$$P_2 = \langle U_{c2} \rangle I_2$$

$$\textcircled{1} \quad 0 \leq \alpha_1 \leq \frac{\pi}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{\pi}{2} \leq \alpha_2 \leq \pi$$

France \rightarrow Angleterre

$$\textcircled{2} \quad 0 \leq \alpha_2 \leq \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{\pi}{2} \leq \alpha_1 \leq \pi$$

Angleterre \rightarrow France

1.4 Non pas indispensable.

$$U_{c1} - Ri - L \frac{di}{dt} + U_{c2} = 0$$

$$\langle U_{c1} \rangle = - \langle U_{c2} \rangle + R \langle i \rangle$$

$$U_{c1} - RI + U_{c2} = 0$$

$$\frac{3\sqrt{3} V_{\max}}{\sqrt{3}} \cos \alpha_1 - RI + \frac{3\sqrt{3} V_{\max}}{\sqrt{3}} \cos \alpha_2 = 0$$

$$\alpha_2 = 150^\circ$$

$$I = 185 \text{ A} \Rightarrow \alpha_1 = 25,8^\circ$$

$$P_1 = \langle U_{c1} \rangle I = 265 \text{ MW}$$

$$P_2 = -258 \text{ MW}$$

$$P_i = P_1 - P_2$$

$$2 \quad V_{C1} = RI - V_{C2}$$

$$\frac{3\sqrt{2}U}{\sqrt{T}} \cos \alpha_1 = RI - \frac{3\sqrt{2}U}{\sqrt{T}} \cos \alpha_2$$

Si on néglige RI , on fait griller la ligne FA.
L'énergie est stockée dans la ligne jusqu'à ce que
ça explose.

Il peut se créer une surtension entre les 2 points

$$2.2. \quad \alpha_2 = 150^\circ; \quad I = 1850 \text{ A.}$$

$$\Rightarrow \cos \alpha_1 = \frac{1}{1,35U} (RI - 1,35U \cos \alpha_2)$$

$$= \frac{1}{1,35 \times 118 \cdot 10^3} (3,1 \times 1850 - 1,35 \times 118 \cdot 10^3 \times \cos(150))$$

$$= 0,902$$

$$\Rightarrow \alpha_1 = 25,6^\circ$$

$$\left. \begin{array}{l} P_{FR} = \langle V_{C1} \rangle \langle I \rangle = 266 \text{ MW.} \\ P_{Ang} = \langle V_{C2} \rangle \langle I \rangle = 255 \text{ MW} \end{array} \right\} \Rightarrow P_{\text{total}} = 11 \text{ MW} \quad (RT^2)$$

3.1)

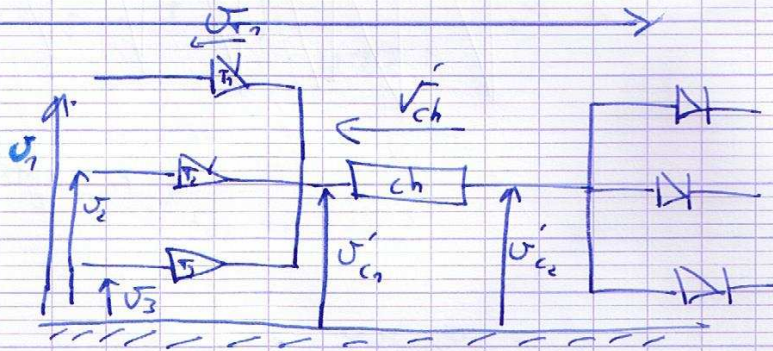
$$\text{Nous avons } \begin{cases} V'_{C1} = 1,35 U \cos(\alpha_1) \\ V''_{C1} = 1,35 U \cos(\alpha_2) \end{cases}$$

$$\Rightarrow \alpha_1 = \alpha_2$$

$$\Rightarrow \underline{V'_{C1} = V'_{C2}}$$

$$V_{C1} = 2 \times 1,35 U \cos(\alpha_1) = \underline{\underline{2,7 U \cos(\alpha_1)}}$$

3.2) $\alpha_1 = 30^\circ$



hyp T_1 passant

$$U'_{T2} = U_2 - U_1 < 0.$$

$$U'_{T3} = U_3 - U_1 < 0.$$

U'c1 courbes

$$\left. \begin{aligned} U'_{C1 \text{ max}} &= U\sqrt{2} \\ U'_{C1 \text{ min}} &= U\sqrt{2} \cos \frac{\pi}{3} = \frac{1}{2} U\sqrt{2} \end{aligned} \right\} \Delta U'_{C1} = \frac{1}{2} U\sqrt{2}$$

$$\text{puis } \frac{\Delta U'_{C1}}{V_{C1}} = \frac{\frac{1}{2} U\sqrt{2}}{3 \frac{U\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times \cos \alpha} = \frac{\sqrt{3}}{3\sqrt{3}} = 0,6.$$

$$\frac{\Delta U}{U_{c_1}}$$

$$\Delta U = U_{\max} - U_{\min}$$

$$U_{\max} = U\sqrt{2} + U\sqrt{2} \cos\left(\frac{\pi}{6}\right) = U\sqrt{2} \left[1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right]$$

$$U_{\min} = U\sqrt{2} \cos\left(\frac{\pi}{6}\right) + U\sqrt{2} \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = U\sqrt{2} \left[\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}\right]$$

$$\begin{aligned} U_{\max} - U_{\min} &= \left[1 + \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}\right] U\sqrt{2} \\ &= \frac{U\sqrt{2}}{2} \end{aligned}$$

$$U_{c_1} = \frac{2 \times 3U\sqrt{2} \cos \alpha}{\pi}$$

$$\frac{\Delta U}{U_{c_1}} = \frac{U\sqrt{2}}{\frac{2 \times 2 \times 3U\sqrt{2} \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{\pi}} = \frac{\pi}{2 \times 3\sqrt{3}}$$

On diminue l'ondulation par 2.

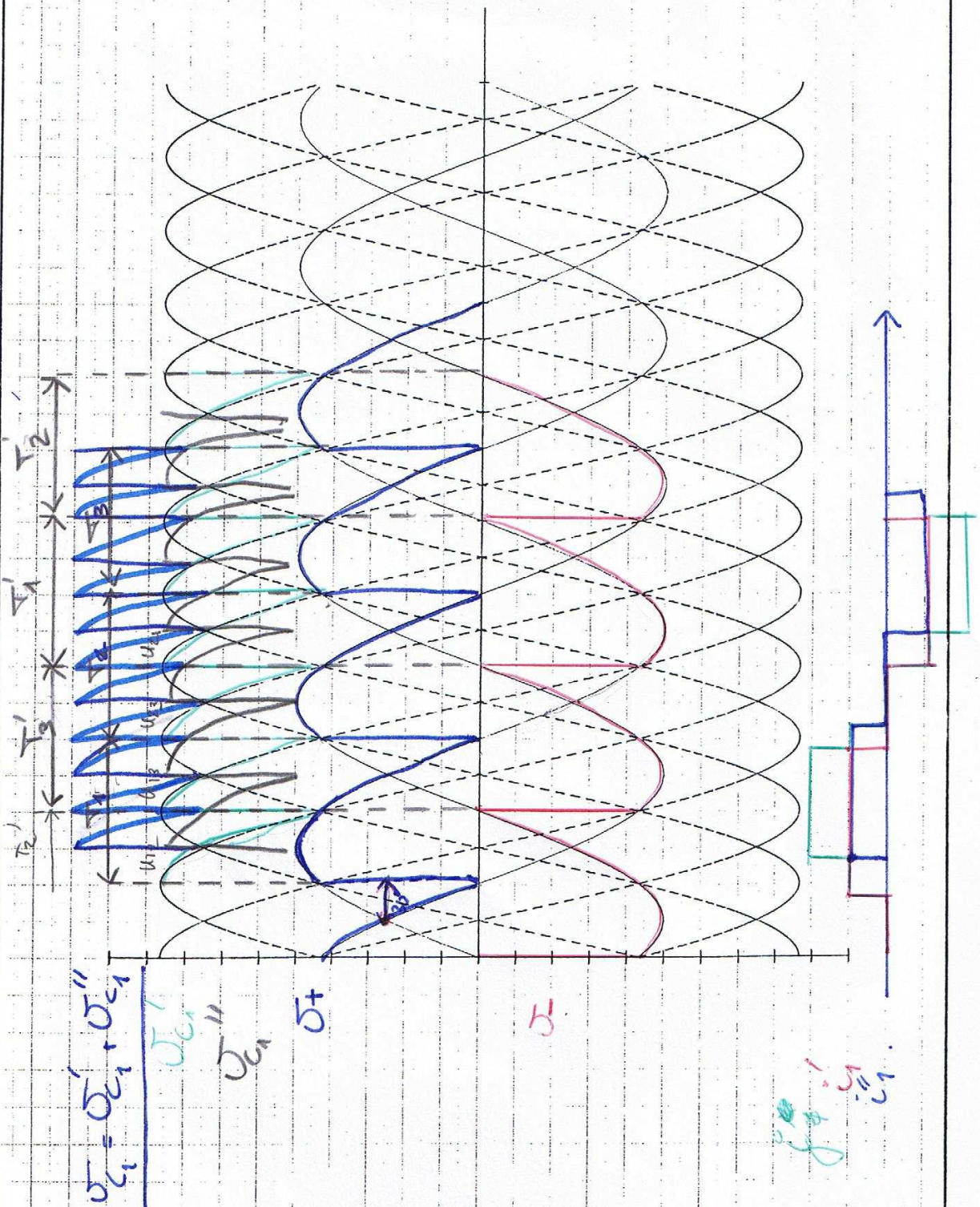
34) Voir figure.

on a bien $i(t)$ de valeur moyenne nulle.

On se rapproche bien d'une sinusoïdale.

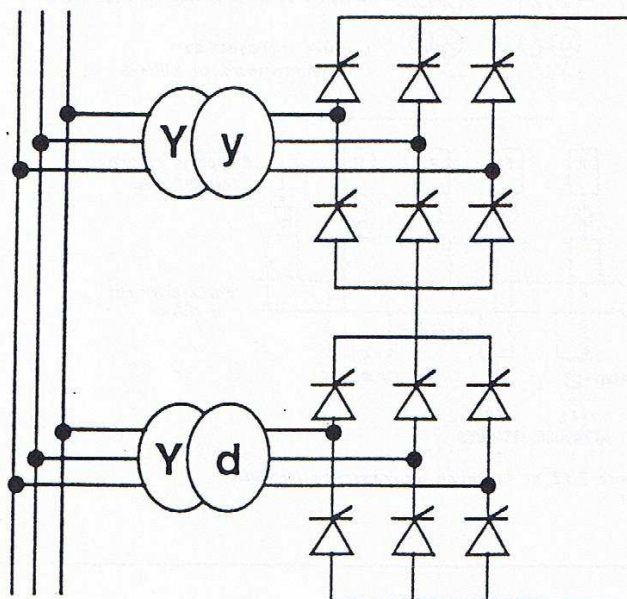
$$Q = P \tan(\text{fondamental})$$

$$Q =$$



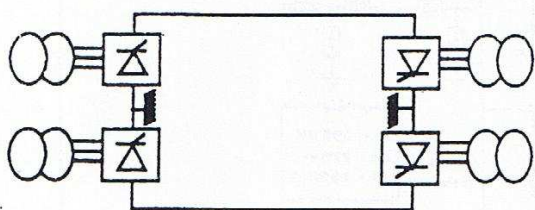
TRANSPORT A TRES HAUTE TENSION CONTINUE

Station de conversion

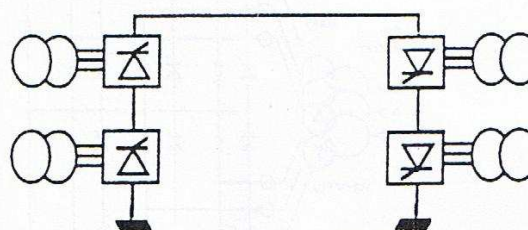


Double pont de Graetz
Mutateur dodécaphasé

Quelques types de liaisons



Liaison $\pm U$ à point milieu



Liaison $+ U$ retour par le sol ou la mer

Exemple IFA 2000, liaison France Grande Bretagne

2000 MW constitué de 2 bipôles indépendants avec 2 paires de câbles par bipôle.

Puissance réactive absorbée : $Q = 0.6 P$

Tension nominale des bipôles : ± 270 kV Courant nominal des bipôles : 1850 A

Câble : 900 mm^2 cuivre

7 km de câbles terrestres et 45 km de câble sous marins ensouillés à 1,5 m de profondeur.

Station de conversion française

16 ha de superficie, 8 filtres de 150 Mvar chacun, redressement dodécaphasé.

Trois transformateurs monophasés de 206 MVA avec deux enroulements secondaires

Primaire : $400 \text{ kV} \pm 10 \%$ Secondaires : 118 kV(d) & $118 \text{ kV}/\sqrt{3} \text{ (y)}$

Thyristors (diamètre de Si : 77 mm), module élémentaire : 2 fois 2 thyristors en // mis en série, refroidissement par air.

Inductance de lissage de 370 mH sur chaque pôle (86 tonnes).

Protection surtensions par parafoudres à l'oxyde de zinc (ZnO).

Bâtiment : $L = 150 \text{ m}$; $l = 40 \text{ m}$; $h = 20 \text{ m}$.

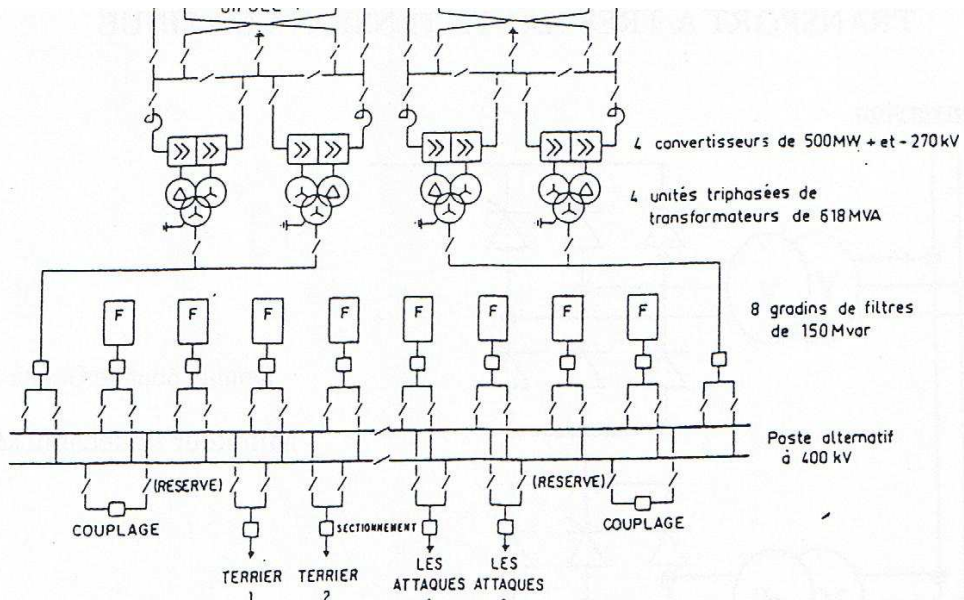


Schéma unifilaire THZ de la station de conversion française des Mandarins.

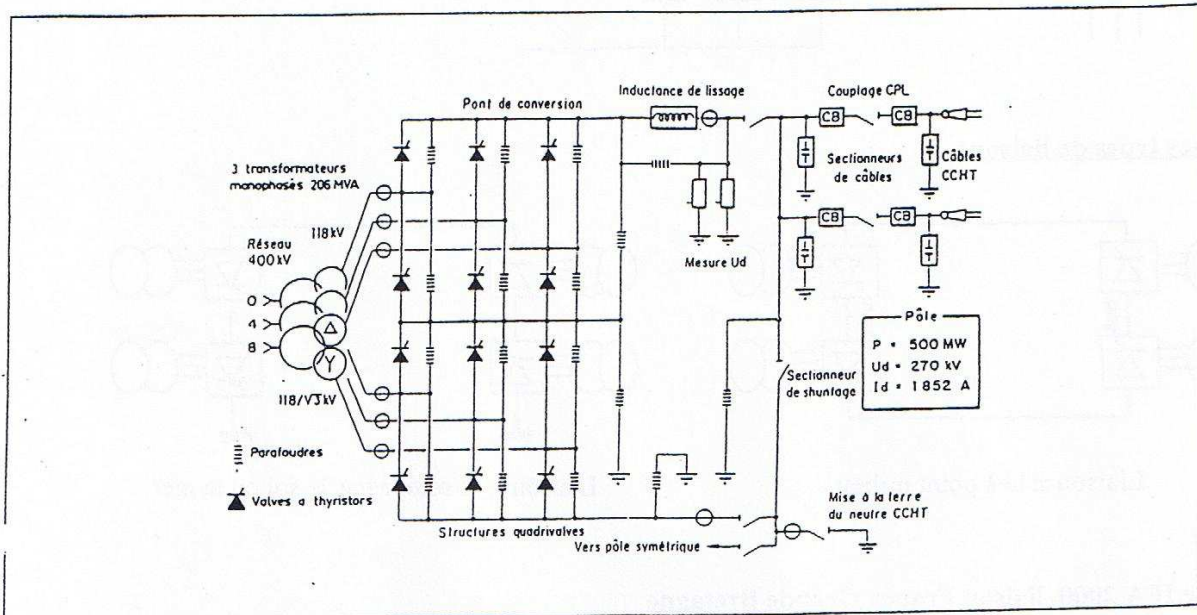


Schéma électrique d'un pôle de la station française.

LIAISON FRANCE-ANGLETERRE DE 2000MW
 CABLE SOUS MARIN 270kV COURANT CONTINU
 1x 900mm² CUIVRE-ISOLATION PAPIER IMPREGNÉ EN MASSE

