

1 a) 2^e correction = (1^{re} lecture x 2^e lecture) / différence de lecture

$$[0,020 \times (-0,015)] / 0,005 = -0,06$$

$$-0,06 + 0,020 = -0,04$$

Les cales doivent être posées sur les supports avant du moteur.

2. a) L'assemblage de deux pièces s'emboîtant par des formes complémentaires est appelé ajustement. C'est le cas des gonds d'une porte. La coïncidence parfaite de ces formes complémentaires ne peut pas être envisagée, même dans le cas d'un travail unitaire (artisanat). Le défaut existe de toute façon, même à très petite échelle. Il existe donc une différence de dimension qu'on appelle le **jeu mécanique**.

b) On distingue alors 3 types d'ajustements :

- **avec jeu**: pour toute pièce contenant et toute pièce contenue pris dans les deux populations, le contenant est plus grand que le contenu. C'est le cas recommandé pour les guidages qui ne doivent pas coincer.
- **serré**: pour toute pièce contenant et toute pièce contenue pris dans les deux populations, le contenant est plus petit que le contenu. C'est le cas d'assemblages qui doivent transmettre des efforts.
- **avec jeu incertain**: toutes les combinaisons n'aboutissent pas forcément à un jeu de même signe. Ce cas peut poser des soucis lors de l'assemblage à la chaîne. On utilise rarement ce cas, seulement pour des couvercles.

Le travail de normalisation a abouti au système ISO d'ajustements qui fournit un outil pratique de décision prenant en compte la dimension nominale des deux pièces et le type de montage envisagé.

3. L'oxycoupage est un procédé de coupage des métaux, par combustion localisée mais continue, à l'aide d'un jet d'oxygène pur. Il est nécessaire, pour cela, de porter à une température d'environ 1300° C, dite température d'amorçage, le point de la pièce où l'on va commencer la coupe, qui peut être manuelle ou automatisée selon un gabarit de coupage. Ce procédé nécessite :

- Une flamme de chauffe (oxy-gaz) pour l'amorçage et l'entretien de la coupe, où plusieurs types de gaz peuvent être utilisés.
- Un jet de coupe central d'oxygène pur, venant en milieu de buse, qui permet la combustion dans la saignée et sur toute l'épaisseur à couper. Ce jet de coupe a aussi un rôle mécanique d'élimination des oxydes formés (scories). L'efficacité de la coupe sera améliorée par un très haut degré de pureté de l'oxygène.

Le choix du combustible sera fonction de différents paramètres tels que l'épaisseur de la pièce, la vitesse de coupe, le temps de préchauffage ou la qualité de la coupe. L'oxycoupage est utilisé pour des aciers doux ou faiblement alliés, et sur des épaisseurs allant de quelques millimètres à près d'un mètre pour les pièces les plus massives.

4.

1 - Permet le traçage pour effectuer l'usinage d'une pièce.

2 - La lime est un outil à main destiné à enlever de la matière.

3 - Les compas servent principalement au traçage des arcs ou des cercles.

4 - Sert au repérage du centre d'une pièce circulaire.

5 - Les tarauds sont des outils de coupe qui servent à tailler les filetages intérieurs.

6 - Les filières sont des outils de coupe qui servent à tailler les filetages extérieurs.

7 - Permet le traçage des angles précis à 30' près.

8 - Un foret (ou mèche) est un outil qui sert à percer des trous. Il en existe de différents types suivant la géométrie du perçage à réaliser et les matériaux usinés

5. Maintenance corrective et maintenance préventive

La maintenance corrective est défini comme l'ensemble des activités réalisées après la défaillance d'un bien, ou la dégradation de sa fonction, pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement.

La maintenance corrective comprend en particulier:

- La localisation de la défaillance et son diagnostic,
- La remise en état avec ou sans modification,
- Le contrôle de bon fonctionnement.

a) La maintenance palliative

Activités de maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou la partie d'une fonction requise. Appelée couramment "dépannage", la maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'actions curatives.

b) Maintenance curative

Activité de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise.

La maintenance préventive a pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Les activités correspondantes sont déclenchées selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage (maintenance systématique) et / ou de critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service (maintenance conditionnelle).

a) Maintenance préventive systématique

Les remplacements des pièces et des fluides ont lieu quelque soit leur état de dégradation, et de façon périodique.

- Ce style de maintenance **consiste à changer un équipement ou une pièce avant qu'un bris** entraînant de coûts encore plus élevés ne survienne
- Ce style de maintenance est surtout **appliqué aux équipements de grande valeur**
- L'avantage de ce type de maintenance est qu'il permet de bien **contrôler les coûts associés** à l'entretien et de maintenir l'état des équipements afin d'éviter des bris fatals.

b) Maintenance préventive conditionnelle

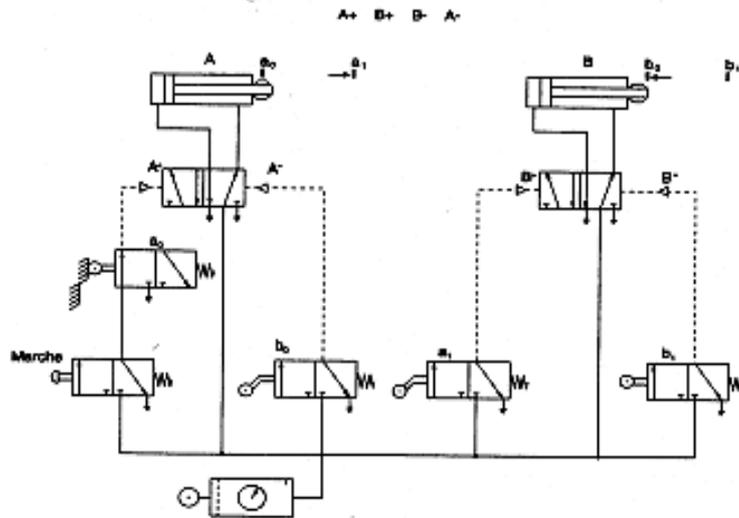
Les remplacements ou les mises en état des pièces, les remplacements ou les appoints en fluides ont lieu après une analyse de leur état de dégradation.

Une décision volontaire est alors d'effectuer les remplacements ou les mises en état nécessaires.

c) Maintenance prévisionnelle

Maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution de paramètres significatifs de la dégradation du bien, permettant de retarder et de planifier les interventions. Elle est parfois improprement appelée maintenance prédictive.

6. a)

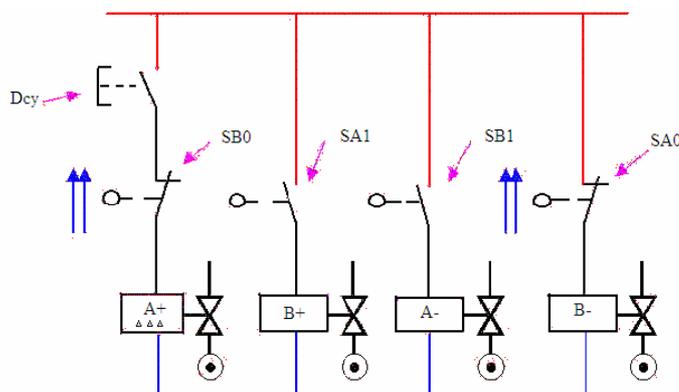


Principe de fonctionnement du cycle A+ B+ A- B-

Le distributeur sb0 est actionné ce qui active le passage de l'air à travers celui-ci. L'air poursuit son chemin et va faire basculer le 1er distributeur 5/2 ce qui permettra le passage de l'air dans la canalisation reliée à la partie gauche du vérin A. La tige du vérin A sort et va activer le distributeur sa1 (dès que la tige sort sa0 n'est plus activée mais le distributeur 5/2 garde sa position). Ensuite, le distributeur sa1 est actionné ce qui permet le passage de l'air à travers celui-ci. Le 2ème distributeur 5/2 bascule et la tige du vérin B peut sortir pour activer le distributeur sb1, ce qui permet le passage de l'air à travers celui-ci. Le 1er distributeur 5/2 bascule et la tige du vérin A peut rentrer ce qui entraîne l'activation de sa0. La tige du vérin A rentre et active sa0. La tige du vérin B rentre et sb0 est de nouveau activé.

Le cycle pneumatique peut ensuite recommencer.

b) Circuit électropneumatique du cycle A+ B+ A- B-



Le schéma ci-dessus est l'équivalent électropneumatique du montage précédent. C'est-à-dire que toute la puissance (les vérins et leurs distributeurs 5/2 associés) reste pneumatique. Ce sont tous les signaux de commande qui vont être modifiés et qui seront électriques. Pour ce faire, on remplacera toutes les fins de course pneumatiques du type 3/2 par des fins de course électriques.

7. a) En poussant : $F_{théorique} = p.S = P.\pi.R^2 = 550 \text{ daN}$

En tirant : $F'_{théorique} = p.S' = P.\pi.(R^2-r^2) = 493 \text{ daN}$

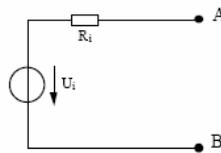
b) $\eta.F_{théorique} = \eta.p.S = 0,88 . 550 = 484 \text{ daN} = F_{théorique} - F_{frotte}$

c) $F_{charge} = 0,6 \times 550 = 330 \text{ daN} = F_{théorique} - F_{frottements} - F_{contre-pression}$

Les pertes dues aux frottements et à la contre-pression s'élèvent à : $550 - 330 = 220 \text{ daN}$.

8.

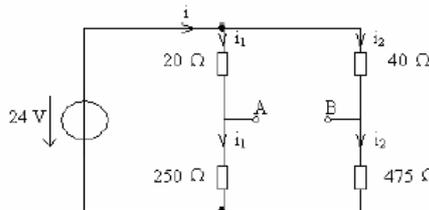
a) Par application du théorème de Thévenin, on a:



La résistance interne de la source équivalente de Thévenin vaut :

$$R_i = \frac{20 \cdot 250}{20 + 250} + \frac{40 \cdot 475}{40 + 475} = 55,41 \Omega$$

La source U_i est donnée par la tension à vide entre les bornes A et B.



On a que :

$$24 = i_1 (20 + 250) = 270 i_1 \Rightarrow i_1 = \frac{24}{270} \text{ [A]}$$

et $24 = i_2 (40 + 475) = 515 i_2 \Rightarrow i_2 = \frac{24}{515} \text{ [A]}$

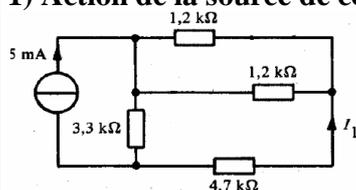
$$U_i = U_{AB} = 250 i_1 - 475 i_2$$

$$= 24 \left(\frac{250}{270} - \frac{475}{515} \right) = 0,0863 \text{ V}$$

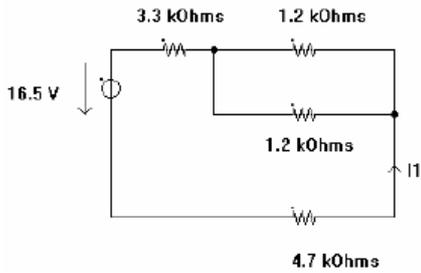
b)
Pour résoudre le problème par le principe de superposition, nous allons considérer l'action de chaque source prise séparément, les autres sources étant annulées.

L'annulation d'une source de tension idéale revient à la remplacer par un court-circuit, l'annulation d'une source de courant idéale revient à la remplacer par un circuit ouvert.

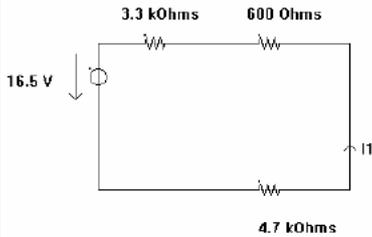
1) Action de la source de courant seule :



En remplaçant la source de courant réelle (5 mA en parallèle avec la résistance de 3.3 kΩ) par une source de tension équivalente, il vient :



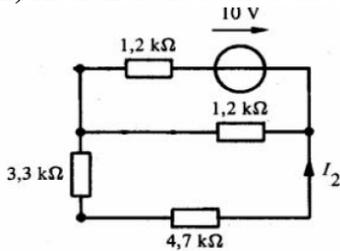
La mise en parallèle des deux résistances de 1.2 kΩ donne une résistance équivalente de 600 Ω.



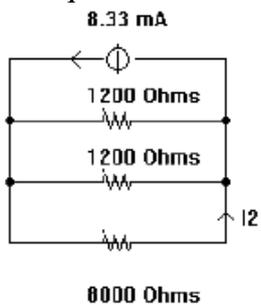
Le courant I_1 dû à la source de courant vaut :

$$I_1 = \frac{-16.5}{8600} = -1,92 \text{ mA}$$

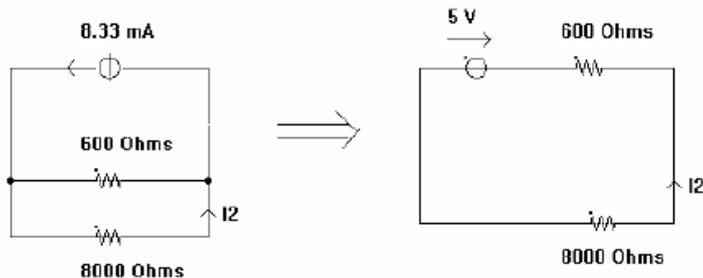
2) Action de la source de tension de 10 V seule :



Le circuit peut être réduit de la façon suivante en remplaçant la source de tension réelle par une source de courant équivalente de 8.33 mA (10 V/ 1200 Ω) en parallèle avec une résistance de 1.2 kΩ:



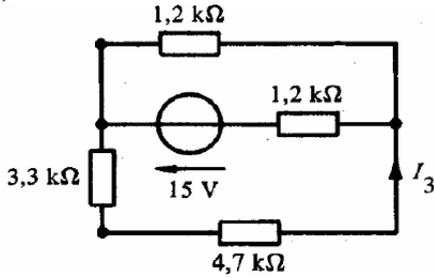
ce qui donne :



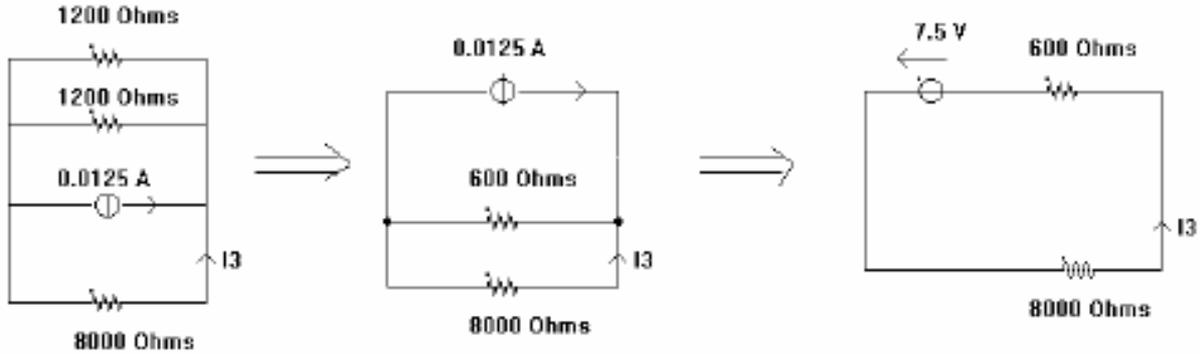
Le courant I_2 dû à la source de tension de 10 V vaut :

$$I_2 = \frac{5}{8600} = 0,581 \text{ mA}$$

2) Action de la source de tension de 15 V seule :



Le circuit peut être réduit de la façon suivante en remplaçant la source de tension réelle par une source de courant équivalente de 0.0125 A (15 V/ 1200 Ω) en parallèle avec une résistance de 1.2 kΩ:



Le courant I_3 dû à la source de tension de 15 V vaut :

$$I_3 = \frac{-7.5}{8600} = -0.872 \text{ mA}$$

En appliquant le principe de superposition, le courant I vaut :

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = -2.21 \text{ mA}$$

9

Solution avec les imaginaires :

$$V_{AB} = 2Ee^{j\omega t} = Ri + 1/jC\omega \Rightarrow i = 2jEC\omega/(1 + jRC\omega)$$

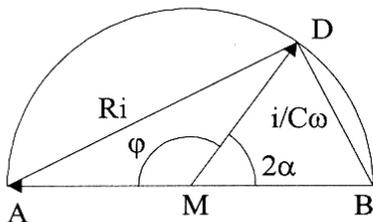
$$V_{DM} = V = V_{DA} + V_{AM} = E - Ri$$

$$V = E \left(1 - \frac{2jRC\omega}{1 + jRC\omega} \right) = E \left(\frac{1 - jRC\omega}{1 + jRC\omega} \right) \Rightarrow Z = \frac{1 - jRC\omega}{1 + jRC\omega} ; \text{Donc } |Z| = 1$$

$$Z = \frac{1 - jRC\omega}{1 + jRC\omega} \Rightarrow Z = \frac{a - jb}{a + jb} = \frac{Ae^{-j\varphi}}{Ae^{+j\varphi}} = e^{-j\psi} ; \psi = 2\varphi$$

$$A \cos\varphi - jA \sin\varphi = 1 - jRC\omega \Rightarrow \text{tg}\varphi = RC\omega \Rightarrow \psi = 2 \text{ArcTg}(RC\omega)$$

Solution avec la construction de Fresnel :



La tension aux bornes du condensateur est en avance de $\pi/2$ sur le courant. Le lieu géométrique du point D est un cercle de diamètre AB et de centre M. La tension entre les points M et D a pour amplitude E mais elle est déphasée de l'angle 2α .

L'angle $(\overline{BA}, \overline{AD})$ vaut α et $\text{tg}\alpha = 1/RC\omega$

10.

a) Impédance de charge

On représente la charge par une impédance équivalente Z (résistance R et inductance L

en série)

Données : $U = 200 \text{ V}$, $I = 50 \text{ A}$, $P_a = 5000 \text{ W}$, $f = 50 \text{ Hz}$

$$\underline{Z} = Z \cdot e^{j\varphi} = R + jX$$

$$Z = \frac{U}{I} = 4 \Omega$$

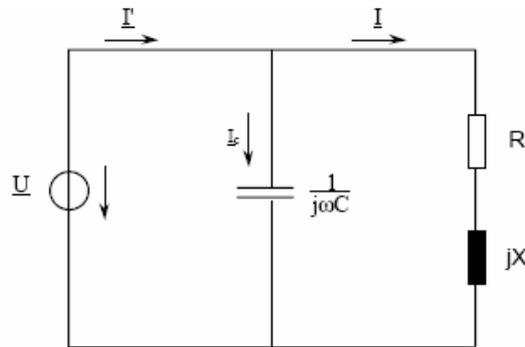
$$\cos \varphi = \frac{P}{UI} = 0,5$$

$$R = Z \cdot \cos \varphi = 2 \Omega$$

$$X = \sqrt{Z^2 - R^2} = 3,46 \Omega$$

$$L = \frac{X}{\omega} = \frac{X}{2 \pi f} = 11 \text{ mH}$$

b) Calcul de la capacité



Soit $\cos \varphi'$, le nouveau facteur de puissance. Le courant de la capacité I_c est en avance de $\pi/2$ sur la tension U .

On peut résoudre le problème par le diagramme des courants ($I' = I + I_c$) : figure a), ou par le diagramme des puissances : figure b).

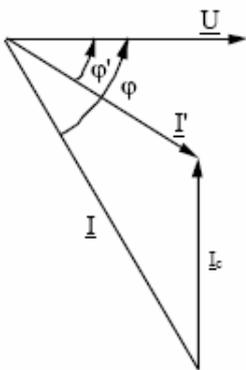


Fig. a

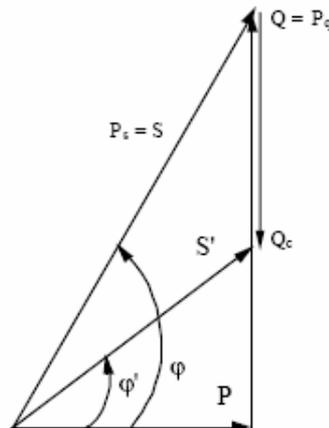


Fig. b

La capacité du condensateur étant supposée idéale, la puissance active absorbée par l'atelier avant et après l'installation du condensateur reste la même : $P = P' \rightarrow UI \cos \varphi = U I' \cos \varphi'$

$$D'o\grave{u} : \quad I' = I \frac{\cos \varphi}{\cos \varphi'} = 31,25 \text{ A}$$

On \u00e9tablit respectivement :

$$I_c = I \sin \varphi - I' \sin \varphi' = I \sin \varphi - \frac{I \cos \varphi}{\cos \varphi'} \sin \varphi'$$

$$I_c = I \cos \varphi (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi') \quad \text{et} \quad Q_c = P (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi')$$

$$\text{Donc} \quad I_c = 24,55 \text{ A}$$

On peut alors tirer la capacit\u00e9 des relations respectives :

$$I_c = U_c C \omega = U C \omega \quad \text{et} \quad Q_c = U^2 C \omega$$

$$\text{On trouve :} \quad C = 391 \mu\text{F}$$

2\u00e8me m\u00e9thode pour d\u00e9terminer la capacit\u00e9 :

$$Y_{\text{charge}} = \frac{1}{R + jX}$$

$$Y_{\text{capa}} = j \omega C$$

$$Y_{\text{tot}} = Y_{\text{charge}} + Y_{\text{capa}} = \frac{1}{R + jX} + j \omega C$$

$$\text{or} \quad Z_{\text{tot}} = \frac{U}{I} = \frac{200}{31,25 e^{-j36,87}} = 6,4 e^{j36,87}$$

$$Y_{\text{tot}} = \frac{1}{6,4 e^{j36,87}} = 0,15625 e^{-j36,87} \quad [\Omega^{-1}]$$

D'o\grave{u} :

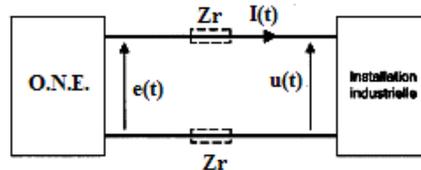
$$j \omega C = 0,15625 e^{j36,87} - \frac{1}{2 + j3,46}$$

$$= 0,15625 (0,8 - j0,6) - \frac{(2 - j3,46)}{4 + (3,46)^2}$$

$$= j0,122885$$

$$C = \frac{0,122885}{100 \pi} = 391 \mu\text{F}$$

11.



a. Les lampes ne consomment aucune puissance réactive, mais de la puissance active $P_L=1,5$ kW

Puissance apparente $S_L=P_L=1,5$ VA

Les 2 moteurs : $P_1= 6$ kW; $j =\cos^{-1}(0,7)=45,6^\circ$; $\sin j =0,714$, puissance apparente $S_1: 6/0,7 = 8,57$ kVA, puissance réactive $Q_1 : S_1 \sin j = 6,12$ kVAR

Les 6 moteurs : $P_1= 6*4,5 / 0,9 = 30$ kW; $j = \cos^{-1}(0,8)=36,9^\circ$; $\sin j =0,6$

Puissance apparente : $S_2 = 30 / 0,8 = 37,5$ kVA, puissance réactive $Q_2 = S_2 \sin j = 22,5$ kVAR

Total installation: $P = 37,5$ kW; $Q=28,62$ kVAR; $S^2 = P^2 + Q^2 \rightarrow S =47,17$ kVA

Facteur de puissance de l'installation: $\cos j = P/S = 37,5 / 47,17 = 0,795 \rightarrow j =\cos^{-1} 0,795 = 37,3^\circ$

b. Intensité en ligne : I (A) = S (VA) / U (V) = $47\ 170 / 220 = 214,4$ A.

Puissances absorbées en ligne :

Puissance active $\rightarrow RI^2 = 0,1 *216^2 = 4,66$ kW

Puissance réactive $\rightarrow Lw I^2 =0,0314*216^2=1,465$ kVAR

Donc : $w =2*3,14*50 =314$ rad /s. $Lw = 314*0,1 10^{-3} =0,314$ W.

Puissances fournies par EDF :

Puissance active : $P=37,5 + 4,66= 42,16$ kW

Puissance réactive : $Q=28,62 +1,465 = 30$ kVAR

Puissance apparente : $S^2= P^2+Q^2$ d'où $S=51,74$ kVA

Tension efficace : $E : 51\ 740 / 214,4 =241,3$ V

c. Relèvement du facteur de puissance :

La puissance active n'est pas modifiée par le branchement du condensateur $P=37,5$ kW

$j' = \cos^{-1} 0,94 = 20^\circ$ et $\sin j' = 0,342$

Puissance apparente : $S'=37,5 / 0,94 = 39,9$ kVA

Puissance réactive : $Q'=S' \sin j' = 13,65$ kVAR

$Q' - Q=13,65 - 28,62 = - 14,97$ kVAR

Capacité du condensateur : $-14\ 970 = -CwU^2$ soit $C=14970/(314*220^2) =1$ mF.

d. Intensité en ligne : $I'=S' / 220 =39900 / 220= 181$ A

Nouvelles puissances absorbées en ligne :

Puissance active : $RI^2 = 0,1 *181^2 = 3,27$ kW

Puissance réactive : $Lw I^2 =0,0314*181^2=1,03$ kVAR

Nouvelles puissances fournies par EDF :

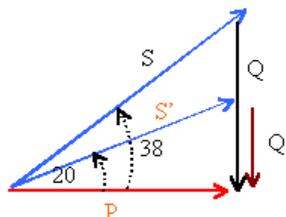
Puissance active : $P'=37,5 + 3,27= 40,77$ kW

Puissance réactive : $Q''=13,65 +1,03 = 14,68$ kVAR

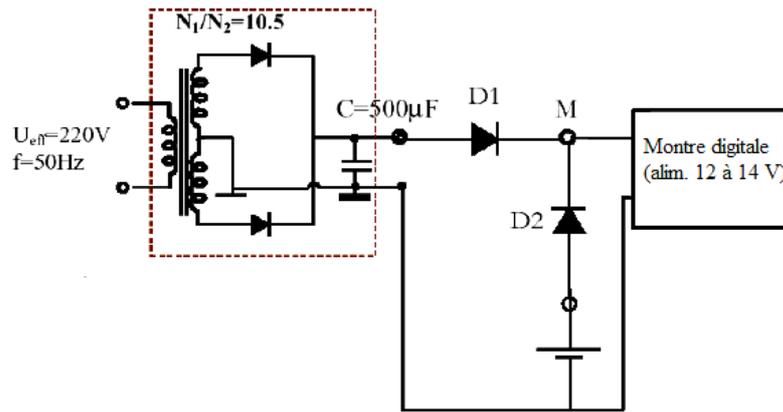
Puissance apparente $S^2= P^2+Q^2$ d'où $S=43,33$ kVA

Tension efficace : $E '' : 43\ 330 / 181 =239,4$ V

e.



12.



Si l'alimentation du secteur, 220 V, 50 Hz, n'est pas coupée le redresseur fournit une tension redressée, filtrée par C qui met en conduction D1 et bloque D2.

La valeur de la tension redressée est :

$$U = \frac{220V \cdot \sqrt{2}}{10.5 \times 2} = 14.77V$$

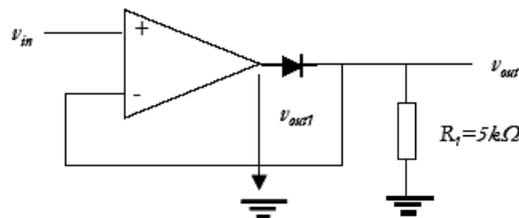
La valeur de la tension appliquée au montre est :

$$V_M = 14.77 - 0.6V = 14.17V > 12V$$

Si l'alimentation est coupée, D2 est conductrice et la montre est alimentée par la source de la tension constante (batterie 12 V).

Par cette solution on sauve l'énergie de la batterie quand l'alimentation 220V est disponible et on empêche l'arrêt du réveil pendant toute coupure de l'alimentation réseau. La grande valeur de la capacité de 500µF est choisie pour réduire l'ondulation du signal redressé (à f=50Hz).

13.



a) Pour que la diode conduit $\rightarrow v_{out1} > 0$, et en plus il faut au moins 0.6V en direct :

$$v_{out1} = Av_{in} > 0.6V \Rightarrow v_{in} > 0.6V / 10^5 = 610^{-6}V = 6\mu V$$

Dans ce cas le circuit se comporte en suiveur de tension.

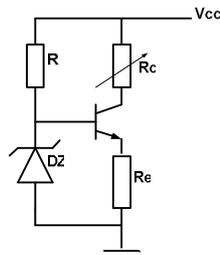
b) Le courant max à la sortie est obtenu en suiveur de tension :

$$i_{max} = \frac{V_{Lmax}}{R_L} = \frac{2V}{5k\Omega} = 0.4mA$$

c) Le courant moyen sur un cycle :

$$\bar{I} = \frac{1}{R_L} \frac{1}{T} \int_0^{T/2} v_{max} \sin \omega t dt = \frac{1}{2\pi} \frac{v_{max}}{R_L} \left(-\cos \frac{2\pi}{T} t \right) \Big|_0^{T/2} = \frac{v_{max}}{\pi R_L} = 0.127mA$$

14.



a) La résistance R1 sert à polariser la diode Zener dans la partie linéaire de la caractéristique inverse. Si elle est trop faible, on consomme inutilement de la puissance.

b) Le potentiel de base vaut $V_{BM} = V_Z = V_{BE} + V_{EM}$

$V_{EM} = R_E I_E = 6 \text{ V}$ donc $I_E = 3 \text{ mA}$. Comme $I_B \ll I_C$ alors $I_C \approx I_E = 3 \text{ mA}$.

c) Valeurs limites de R_C :

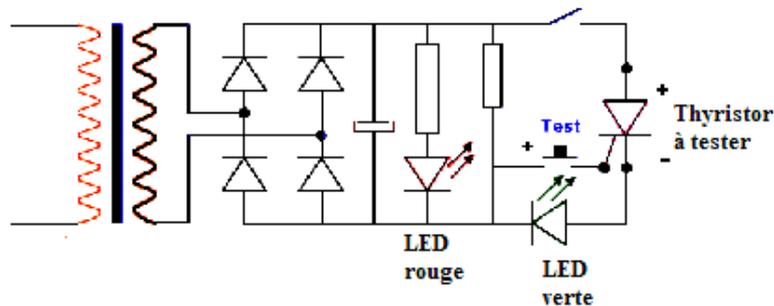
Si $R_C = 0$, $V_{CE} = V_{CC} - V_{EM} = 9 \text{ V}$. La puissance dissipée dans le transistor est égale à 21 mW.

On a aussi : $V_{CC} = R_C I_C + V_{CE} + V_{EM}$. Comme V_{CE} ne peut devenir négatif, ($V_{CE} \approx 0$ pour un transistor saturé), la valeur maximale du produit $R_C I_C$ est 9 V.

La valeur maximale de R_C est donc 3 k Ω . Pour des valeurs supérieures, le courant I_C va devenir inférieur à 3 mA.

15.

a)



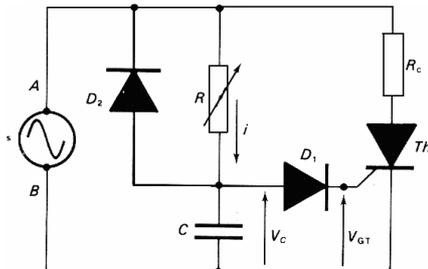
b) On utilise une tension d'alimentation alternative qui doit être redressée à l'aide d'un pont de quatre diodes. La tension obtenue, est ensuite filtrée à l'aide d'un condensateur. La présence de la tension d'alimentation nous est indiquée par l'illumination de la diode LED rouge.

On place correctement le thyristor à tester et on envoie une impulsion positive à l'aide du bouton poussoir. Le thyristor étant polarisé en direct (+ à l'anode et - à la cathode), le thyristor s'il est en bon état devrait permettre l'allumage de la diode LED verte.

Une fois que le thyristor est amorcé la diode LED devrait continuer de briller.

Pour désamorcer le thyristor, il suffit de couper la tension d'alimentation à l'aide de l'interrupteur que l'on ouvrira.

16.

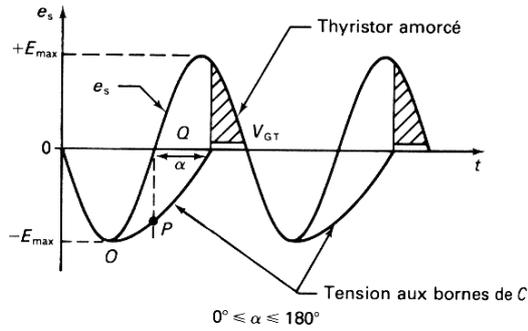


a) La tension d'alimentation provoque le déclenchement du thyristor et la constante de temps du circuit RC règle l'angle d'amorçage. La diode D_1 protège la gâchette contre les tensions inverses et la diode D_2 permet le décharge du condensateur durant l'alternance négative.

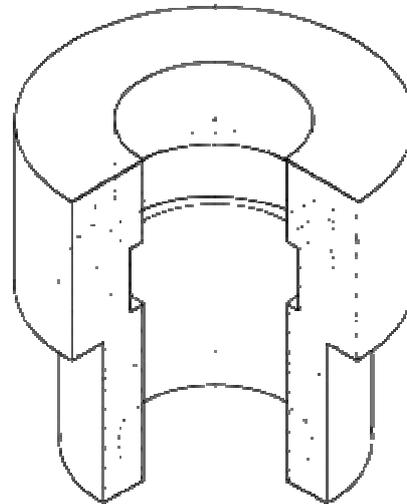
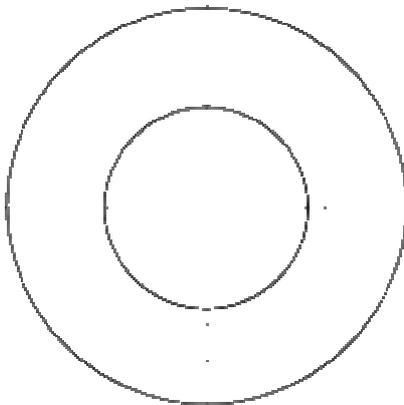
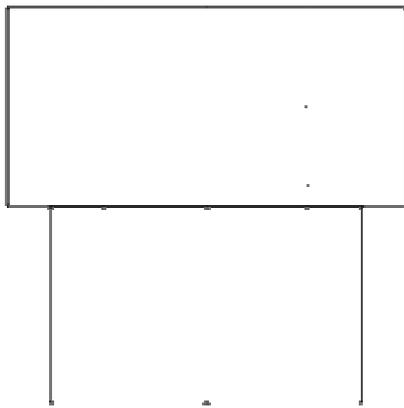
Pendant l'alternance négative (B étant positive), la diode D_2 court-circuite R et le condensateur C se charge à la valeur E_{max} ; l'armature inférieure est alors positive ; puis il commence à se décharger (zone OP sur les formes d'ondes). Pendant l'alternance positive (A étant positive), le condensateur reçoit le courant i et se charge en fonction de la constante de temps RC jusqu'à ce que la tension V_C atteigne la valeur V_{GT} (point Q sur les formes d'ondes), ce qui provoque l'amorçage de thyristor.

L'angle d'amorçage est directement proportionnel à la valeur de R et peut varier de 0° à 180° .

b)



17.



Perspective isométrique



