

**Génie électrique**1<sup>ère</sup> TSI 1-2**Devoir Surveillé : N°1****SYSTEME À ÉTUDIER :****Malaxeur de produits décoratifs : Système Habilis**

*Le sujet se compose de trois parties dépendantes :*

*Partie A : Etude la carte de commande HABLIS (extrait CNC 2020)*

*Partie B : Etude de chauffage par induction*

*Partie C : Relèvement de facteur de puissance du système HABLIS*

↪ Consignes aux élèves :

- ♦ Dans le cas où un(e) étudiant(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.
- ♦ L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire est rigoureusement interdit.
- ♦ Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des explications entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

## I- PRESENTATION DU SYSTEME

Système Habilis permet de mélanger des produits de décoration comme de la pâte à papier sous forme pâteuse avec un colorant. Afin de ramollir le produit, le bac est chauffé pendant le malaxage.



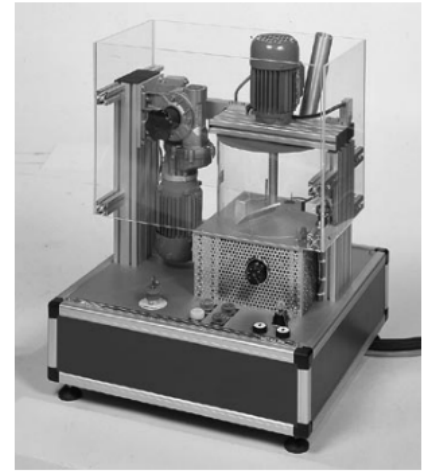
Le système étudié est un modèle de malaxeur industriel à taille réduite. Ce malaxeur, développé par la société SCHNEIDER Electric. La fonction principale du malaxeur est :

**Malaxer et chauffer des granulés à température adaptée**

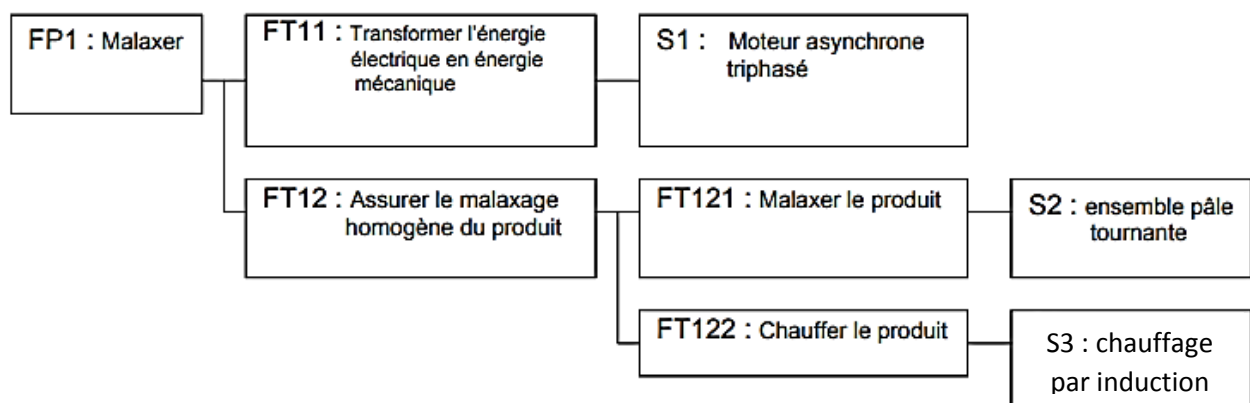
## 2. Fonctionnement technique du système HABLIS

Les granulés sont malaxés par une pôle mise en rotation par un moteur triphasé asynchrone monté sur le couvercle de la cuve du malaxeur. Pour permettre le nettoyage de la cuve, le couvercle de la cuve peut être ouvert par un ensemble motoréducteur à engrenage cylindrique droit RA et roue et vis sans fin RS. Le couvercle de cuve est directement relié à l'arbre de sortie du réducteur RS.

- Le malaxage est effectué par l'intermédiaire d'une pale entraînée en rotation par un moteur asynchrone triphasé de **tension 220V** et de puissance **1.1 kW**. Sa vitesse de rotation peut être variable. La position de la pale autorisant l'ouverture du couvercle est détectée par un capteur inductif.
- Le couvercle de la cuve est manœuvrable par l'intermédiaire d'un motoréducteur alternatif de **tension 220 V** et de puissance **1.82 kW**, équipé d'un limiteur de couple réglé en usine. Le mécanisme comporte des butées équipées de fins de course mécaniques réglables.
- La semelle de la cuve est chauffée par chauffage par induction, de puissance **4.84 KW**. La température est régulée par un thermostat, l'ajustement se faisant en face avant ; en cas de dysfonctionnement de la régulation, un thermo rupteur de sécurité 80°C à réarmement manuel actionne le disjoncteur général de l'armoire.
- La position de la pale autorisant l'ouverture du couvercle est détectée par un capteur inductif. Si le voyant « Position pale » est éteint, l'ouverture du couvercle est impossible ;
- La commande du système est assurée par une carte de commande à base d'un microprocesseur de type Intel, pour simplifier l'étude, cette carte est modélisée par une résistance  $R_c$ . Tel que la puissance consommée par la carte est :  $P_{carte} = 10^4 * P_{Rc}$



On donne ci-dessous le diagramme de description du malaxeur HABILIS :



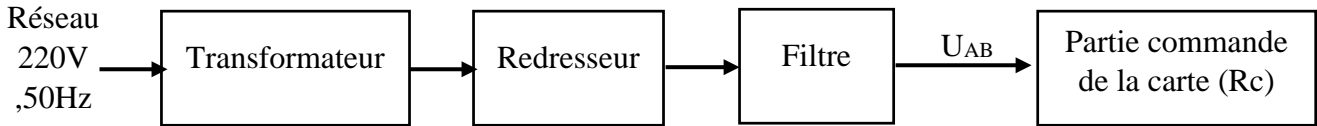
Le sujet comporte trois parties dépendantes

- **Partie A : Etude de la carte de commande HABILIS (extrait CNC 2020)**
- **Partie B : Etude de chauffage par induction**
- **Partie C : Relèvement du facteur de puissance du système HABILIS**

**PARTIE A : Etude de la carte de commande HABLIS (extrait CNC 2020)**

L'objectif de cette partie est d'estimer la puissance consommée par la carte de commande (elle est modélisée par une résistance  $R_c$ ).

La carte est disposée d'une chaîne de conversion de la tension alternative vers une tension continue



L'ensemble transformateur, redresseur et filtre est modélisés par le schéma suivant :

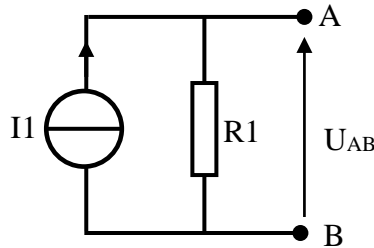


Figure 1

**A.1.** Calculer la tension  $U_{AB}$  si  $I_1=15\text{mA}$  et  $R_1=1\text{K}\Omega$ .

**A.2.** En utilisant le théorème de Thévenin, déterminer le modèle équivalent de Thévenin vu des points A et B du circuit de la figure 1.

On considère maintenant le circuit de la figure 2 :

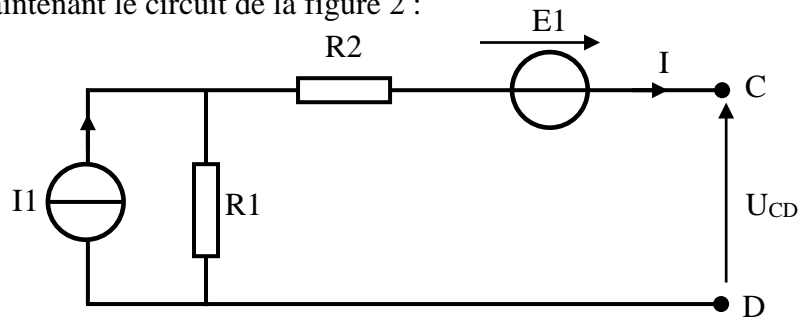


Figure 2

**A.3.** Calculer la tension  $U_{CD}$  si  $I_1=15\text{mA}$ ,  $R_1=1\text{K}\Omega$ ,  $E_1=5\text{V}$  et  $R_2= 2 \text{ K}\Omega$ . (on considère le courant  $I=0$ ).

**A.4.** En utilisant le théorème de Thévenin, déterminer le modèle équivalent de Thévenin vu de points C et D du circuit de la figure 2.

Le circuit de la figure 2 est chargé par une résistance  $R_c=1 \text{ K}\Omega$ , le circuit équivalent devient celui de la figure 3.

- A.5. Calculer le courant  $I_{TH}$  si  $E_{TH} = 20V$ ,  $R_{TH} = 3K\Omega$  et  $R_C = 1 K\Omega$ .
- A.6. Calculer la tension  $U_C$  aux bornes de la résistance  $R_C$ .
- A.7. En déduire la puissance  $P_{R_C}$  dissipée dans la résistance  $R_C$ .
- A.8. Calculer la valeur de la puissance consommée par la carte de commande

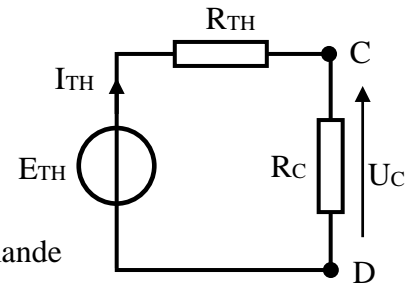
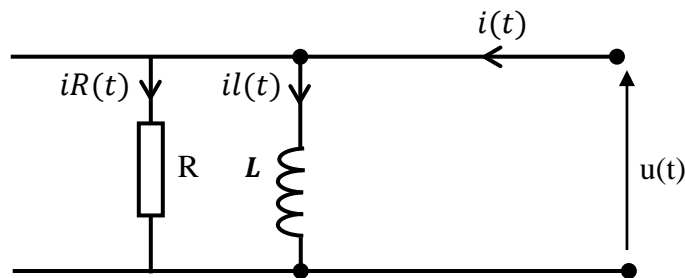


Figure 3

### PARTIE B : Etude de chauffage par induction

La semelle de la cuve est chauffée par le chauffage par induction. La température est régulée par un thermostat, l'ajustement se faisant en face avant ; il est modélisé par le schéma suivant :



Le circuit de chauffage est alimenté par une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace  $U = 220$  V et de fréquence  $f = 50$  Hz. Après avoir installé le système HABILIS, les techniciens ont effectué les mesures suivantes :

La résistance $R_1$ ( $\Omega$ )	La puissance réactive (VAR)	La phase (rad)
10	4665	0.72

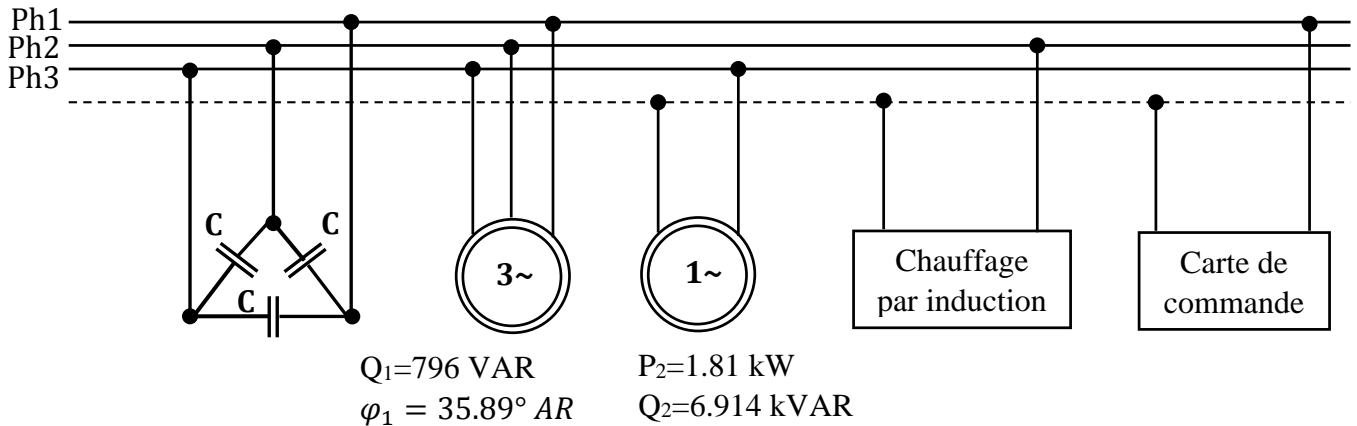
- B.1. Exprimer puis calculer la valeur de l'inductance  $L$ .
- B.2. Calculer l'impédance complexe  $\underline{Z}$ , littéralement et numériquement, sous la forme  $A + jB$ .
- B.3. Calculer le module  $Z$  et la phase  $\theta$  du dipôle.
- B.4. En déduire l'expression complexe  $\underline{I}$  du courant en fonction de  $\underline{U}$  et  $\underline{Z}$ . En déduire la valeur efficace de  $I$  et son déphasage  $\varphi$  par rapport à  $\underline{U}$ .
- B.5. Exprimer puis calculer  $\underline{I}_L$  et  $\underline{I}_R$  en fonction de  $\underline{U}$ . En déduire le diagramme de Fresnel des courants faisant apparaître  $\underline{I}_L$  et  $\underline{I}_R$  avec  $\underline{U}$  comme origine des phases et déduire le type de charge.
- B.6. Calculer les puissances actives et réactives de chacun des dipôles élémentaires, ainsi que la puissance active et réactive du dipôle équivalent.
- B.7. En déduire le facteur de puissance.
- B.8. Indiquer la valeur  $C$  du condensateur à placer en parallèle de ce dipôle si on souhaite avoir un facteur de puissance unitaire.

N.B : On concédera par la suite du problème que l'unité de chauffage est bien compensée.

## PARTIE C :

## Relèvement du facteur de puissance du système HABLIS

Le système HABLIS est alimenté par un réseau triphasé de 220/380 et de fréquence 50 Hz, le système est composé de :



- C.1. Citer deux avantages du triphasé par rapport au monophasé
- C.2. Exprimer puis calculer la puissance apparente  $S_2$ , le facteur de puissance  $\text{fp}_2$  et le courant absorbé par le moteur monophasé
- C.3. Exprimer puis calculer la puissance active  $P_1$ , la puissance apparente  $S_1$ , le facteur de puissance et le courant absorbé par le moteur asynchrone.
- C.4. Exprimer puis calculer la puissance active totale  $P$ , puissance réactive totale  $Q$ , la puissance apparente totale  $S$  et le courant totale absorbé par le système HABLIS.
- C.5. La mesure des puissances est assurée par deux wattmètres. Quelles sont les indications des deux wattmètres.
- C.6. Montrer que le facteur de puissance global  $k$  de système HABLIS est d'environ  $\cos \varphi=0.72 \text{ AR}$ . Conclure à propos de ce facteur de puissance ?

On désire améliorer davantage le facteur de puissance global de l'installation, pour cela on envisage de relever ce facteur de puissance à  **$\cos \varphi'=0.93 \text{ AR}$**  en installant une batterie de trois condensateurs couplés en triangle de capacité  $C$ .

- C.7- Justifier le couplage triangle des condensateurs.
- C.8- Calculer la puissance réactive à installer  $Q_c$ . Puis déduire la valeur de la capacité  $C$ .
- C.9- En se basant sur la documentation technique Schneider, effectuer le choix de la batterie nécessaire pour le système HABLIS.
- C.10- Calculer la puissance apparente  $S''$  de l'installation puis déduire la valeur du courant de ligne  $I''$  absorbé par l'installation.
- C.11- Conclure à propos de l'intérêt du relèvement du facteur de puissance.

\*\*\* Fin d'épreuve \*\*\*

Bonne chance

**VarPlus Can pour réseau faiblement pollué (Gh/Sn ≤ 25%)**

**tension nominale  
230 V**

50 Hz				I <sub>N</sub> (A) à 260 V	μF (X3)	case code	references
Q <sub>N</sub> (kvar)							
230 V	240 V	260 V					
2,5	2,7	3,2	7,0	49,7	HC	<b>BLRCH027A033B24</b>	
5,0	5,4	6,3	14,1	99,4	MC	<b>BLRCH054A065B24</b>	

**tension nominale  
380 V**

50 Hz				I <sub>N</sub> (A) à 400 V	μF (X3)	case code	references
Q <sub>N</sub> (kvar)							
380 V	400 V	415 V					
2,3	2,5	2,7	3,6	16,6	DC	<b>BLRCH025A030B40</b>	
4,5	5,0	5,4	7,2	33,1	HC	<b>BLRCH050A060B40</b>	
5,7	6,3	6,8	9,1	41,8	HC	<b>BLRCH063A075B40</b>	
6,8	7,5	8,1	10,8	49,7	HC	<b>BLRCH075A090B40</b>	
9,4	10,4	11,2	15,0	68,9	MC	<b>BLRCH104A125B40</b>	
11,3	12,5	13,5	18,0	82,9	RC	<b>BLRCH125A150B40</b>	
13,5	15,0	16,1	21,7	99,4	RC	<b>BLRCH150A180B40</b>	
18,1	20,0	21,5	28,9	132,6	TC	<b>BLRCH200A240B40</b>	
22,6	25,0	26,9	36,1	165,7	TC	<b>BLRCH250A300B40</b>	
27,1	30,0	32,3	43,3	198,9	VC	<b>BLRCH300A360B40</b>	
37,6	50	44,9	60,2	276,4	YC	<b>BLRCH500A000B40</b>	

**tension nominale  
480 V**

50 Hz				I <sub>N</sub> (A) à 480 V	μF (X3)	case code	references
Q <sub>N</sub> (kvar)							
400 V	415 V	480 V					
5,2	5,6	7,5	9,0	34,5	HC	<b>BLRCH075A090B48</b>	
6,1	6,6	8,8	10,6	40,5	LC	<b>BLRCH088A106B48</b>	
7,2	7,8	10,4	12,5	47,9	MC	<b>BLRCH104A125B48</b>	
10,0	10,8	14,4	17,3	66,3	RC	<b>BLRCH144A173B48</b>	
10,8	11,6	15,5	18,6	71,4	RC	<b>BLRCH155A186B48</b>	
11,8	12,7	17,0	20,4	78,3	RC	<b>BLRCH170A204B48</b>	
15,8	17,0	22,7	27,3	104,5	TC	<b>BLRCH227A272B48</b>	
20,0	21,5	28,8	34,6	132,6	VC	<b>BLRCH288A346B48</b>	
21,9	23,5	31,5	37,9	145,0	VC	<b>BLRCH315A378B48</b>	
23,5	25,3	33,9	40,8	156,1	XC	<b>BLRCH339A407B48</b>	

**tension nominale  
525 V**

50 Hz				I <sub>N</sub> (A) à 525 V	μF (X3)	case code	references
Q <sub>N</sub> (kvar)							
415 V	480 V	525 V					
15,6	20,9	25,0	27,5	96,2	TC	<b>BLRCH250A300B52</b>	
21,5	28,8	34,4	37,8	132,4	VC	<b>BLRCH344A413B52</b>	
25,0	33,4	40,0	44,0	153,9	XC	<b>BLRCH400A480B52</b>	

**tension nominale  
575 V**

50 Hz				I <sub>N</sub> (A) à 575 V	μF (X3)	case code	references
Q <sub>N</sub> (kvar)							
480 V	550 V	575 V					
8,4	11,0	12,0	12,0	38,5	RC	<b>BLRCH120A144B57</b>	
10,5	13,7	15,0	15,1	48,1	TC	<b>BLRCH150A180B57</b>	

**tension nominale  
600 V**

50 Hz				I <sub>N</sub> (A) à 600 V	μF (X3)	case code	references
Q <sub>N</sub> (kvar)							
480 V	550 V	600 V					
8,0	10,5	12,5	11,7	36,8	TC	<b>BLRCH125A150B60</b>	

**tension nominale  
690 V**

50 Hz				I <sub>N</sub> (A) à 690 V	μF (X3)	case code	references
Q <sub>N</sub> (kvar)							
480 V	600 V	690 V					
5,4	8,4	11,1	9,3	24,7	RC	<b>BLRCH111A133B69</b>	
9,7	15,1	20,0	16,7	44,6	TC	<b>BLRCH200A240B69</b>	