

CNC SESSION 2018, Filière : TSI

Épreuve de Génie Électrique

Éléments de correction

Partie A : Étude générale de la production PV et du stockage d'énergie

A.1) Bilan de puissances et d'énergies des récepteurs tertiaires

Usage	Équipement	nombre	Puissance unitaire (W)	Durée moyenne de fonctionnement (heures/Jour)	Puissance totale (W)	Énergie totale (Wh)
Éclairage public	Ampoule LED	24	40	6,875 h	960	6600
Éclairage d'intérieur	Ampoule LED globe	4x120	15	5 h	7200	36000
Réfrigération	Frigo A+	1x120	150	4 h	18000	72000
Lave-vaisselle	Lave-vaisselle A+	1x120	1200	(4 fois /semaine) Soit 0,4 h	144000	57600
Lave-linge	Lave-linge A+	1x120	2500	(1 fois/semaine) soit 0,25 h	300000	75000
Informatique	Ordinateur	1x120	60	4 h	7200	28800
Audio-visuel	TV LCD	1x120	80	2 h	9600	19200
Total :					P_T= 486960	E_T=296200

A.2) $E_T=302,4\text{KWh}$, la Puissance Crête : $P_c = \frac{E_T}{k \times N_e} = \frac{302400}{0.72 \times 5} = 84\text{KWc}$

A.3) le nombre total de panneaux photovoltaïques : $N_T = \frac{P_c}{P_{mpp}} = \frac{84000}{250} = 336$ panneaux

A.4) le nombre N_s de panneaux à mettre en série : $N_s = \frac{V_{in}}{V_{mpp}} = \frac{420}{30} = 14$ panneaux

A.5) le nombre N_p de string à mettre en parallèle : $N_p = \frac{V_{in}}{V_{mpp}} = \frac{336}{14} = 24$ Strings

A.6) On a $E_T \times N_J = \eta_b \times D \times C \times U_b \rightarrow C = \frac{E_T \times N_J}{\eta_b \times D \times U_b} = \frac{302400 \times 4}{0.8 \times 0.75 \times 48} = 42\text{KAh}$

A.7) Autres systèmes de stockage d'énergie : les super-condensateurs, les piles à combustible, les volants d'inertie, ...

Le choix des batteries est justifié par la grande valeur de l'énergie à stocker.

Partie B : Étude de convertisseurs d'énergie DC/DC.

B.1. Pour $0 \leq t \leq \alpha T_h$, le transistor **T** est fermé :

$$L \frac{di_L}{dt} = V_{in} \rightarrow i_L(t) = \frac{V_{in}}{L} t + I_{\min}$$

B.2. Pour $\alpha T_h \leq t \leq T_h$, le transistor **T** est ouvert \rightarrow **D** passante :

$$L \frac{di_L}{dt} = V_{in} - V_{out} \rightarrow i_L(t) = \frac{V_{in} - V_{out}}{L} (t - \alpha T) + I_{\max}$$

B.3. Voir doc **réponse 2**,

B.4. l'expression de la valeur moyenne : $\langle V_T(t) \rangle = (1 - \alpha)V_{out}$

B.5. $\langle V_{in}(t) \rangle = \langle L \frac{di_L}{dt} \rangle + \langle V_T(t) \rangle = \langle (1 - \alpha)V_{out} \rangle \rightarrow V_{out} = \frac{V_{in}}{(1 - \alpha)}$. Il s'agit d'un hacheur

élévateur. (**hacheur parallèle**)

B.6. l'expression de l'ondulation du courant dans l'inductance Δi_L :

$$i_L(\alpha T_h) = \frac{V_{in}}{L} \alpha T_h + I_{\min} = I_{\max} \rightarrow \Delta i_L = I_{\max} - I_{\min} = \frac{V_{in}}{L} \alpha T_h = \frac{\alpha(1 - \alpha)V_{out}}{Lf_h}$$

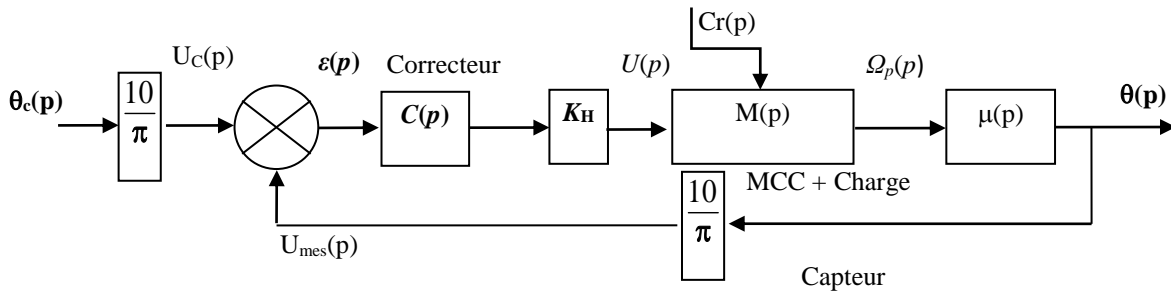
B.7. (Δi_L) est max $\rightarrow \alpha = 1/2$. $\rightarrow (\Delta i_L)_{\max} = \frac{V_{out}}{4Lf_h}$

B.8. la valeur minimale que doit avoir l'inductance L, pour limiter l'ondulation maximale du

courant à $(\Delta i_L)_{\max} = 0,5A \rightarrow L = \frac{V_{out}}{4(\Delta i_L)_{\max} f_h} = \frac{510}{4 \times 0,5 \times 20000} = 12,75mH$

B.9. $(i_T)_{eff} = \sqrt{\alpha} I_{pv} = \sqrt{0,45} \times 32 = 21,47A \rightarrow p_{cd} = R_{DS}(i_T)_{eff}^2 = 0.055 \times (21,47)^2 = 25,35W$

Partie C : Étude de l'asservissement de position des panneaux



C.1. On a : $\Omega_p(t) = \frac{d\theta(t)}{dt} \rightarrow \Omega_p(p) = p\theta(p) \rightarrow \mu(p) = \frac{\theta(p)}{\Omega_p(p)} = \frac{1}{p}$

C.2. $U(p) = E(p) + RI(p)$ (1)

$E(p) = k\Omega(p)$ (2)

$C_m(p) = kI(p)$ (3)

$p\Omega(p)J_{eq} = C_m(p)$ (4)

C.3. l'expression de la fonction de transfert de l'ensemble Moteur+Réducteur :

$$M(p) = \frac{\Omega_p(p)}{U(p)} = \frac{1/rk}{1 + \frac{RJ_{eq}p}{k^2}} (=)$$

C.4. l'expression de la Fonction de Transfert en Boucle Ouverte FTBO :

$$H(p) = \frac{U_{mes}(p)}{\epsilon(p)} = C(p) \cdot \frac{K_H/rk \times 10/\pi}{p \left(1 + \frac{RJ_{eq}p}{k^2} \right)} \quad H(p) = C(p) \frac{G}{p(1+Tp)}$$

C.5. $G = \frac{K_H}{rk} \times 10/\pi \approx 1.4 \quad T = \frac{RJ_{eq}}{k^2} \approx 2s$

C.6. pour $C(p) = 1$.

a) L'ordre du système $\leq 2 \rightarrow$ le système est absolument stable en boucle fermée.

b) La FTBO du système comporte une intégration $\rightarrow \epsilon_p(\infty) = 0$.

c) l'expression de la fonction de la fonction de transfert en boucle fermée :

$$F(p) = \frac{G}{G + p(1 + Tp)} = \frac{1}{1 + \frac{p}{G} + \frac{Tp}{G}} \text{ de la forme } F(p) = \frac{G_F}{1 + \frac{2zp}{\omega_n} + \frac{p^2}{\omega_n^2}}$$

d) $G_F = 1; \omega_n = \sqrt{\frac{G}{T}}; z = \frac{1}{2\sqrt{GT}} \rightarrow G_F = 1; \omega_n = 0,836 \text{rad/s} \quad z \approx 0,3$

e) Selon les abaques de l'annexe 3, $z \approx 0,3 \rightarrow \omega_n \times tr_{5\%} = 10 \rightarrow tr_{5\%} = \frac{10}{\omega_n} \approx 12s \quad D_{1\%} = 31\%$

C.7. la valeur de la marge de phase $\Delta\varphi \approx 34^\circ$

C.8. un correcteur proportionnel intégral (PI) ne peut pas satisfaire les exigences du cahier de charge. L'augmentation de ces paramètres ne peut pas à la fois augmenter la bande passante (rapidité) et assurer la marge de phase désirée.

C.9. Correcteur à avance de phase : $C(p) = K_c \frac{1+a\tau p}{1+\tau p}$ avec $a > 1$. $\omega_M = \omega_1 = 7.5 \text{rad/s}$.

a) la valeur que doit prendre $\arg(C(j\omega_1).H(j\omega_1)) = -135^\circ$. Et $\arg(H(j\omega_1)) = -176,2^\circ$

b) l'apport de phase $\varphi_M = +41,2^\circ$ à la pulsation $\omega_1 = 7.5 \text{ rad/s}$.

c) la valeur du paramètre a : $a = \frac{1 + \sin\varphi_M}{1 - \sin\varphi_M} = 4,86$

d) la valeur de la constante du temps : $\omega_M = \frac{1}{\tau\sqrt{a}} \rightarrow \tau = \frac{1}{\omega_M\sqrt{a}} \approx 60 \text{ms}$

e) La valeur du gain K_c du correcteur : $K_c = \frac{80,35}{\sqrt{a}} \approx 36,45$

Partie D : Étude de la transmission de données et gestion du micro-réseau

D.1. 'E'=45h=1000101 ; le bit de parité : b_P=1

ESC=1Bh=0011011 ; le bit de parité : b_P:0

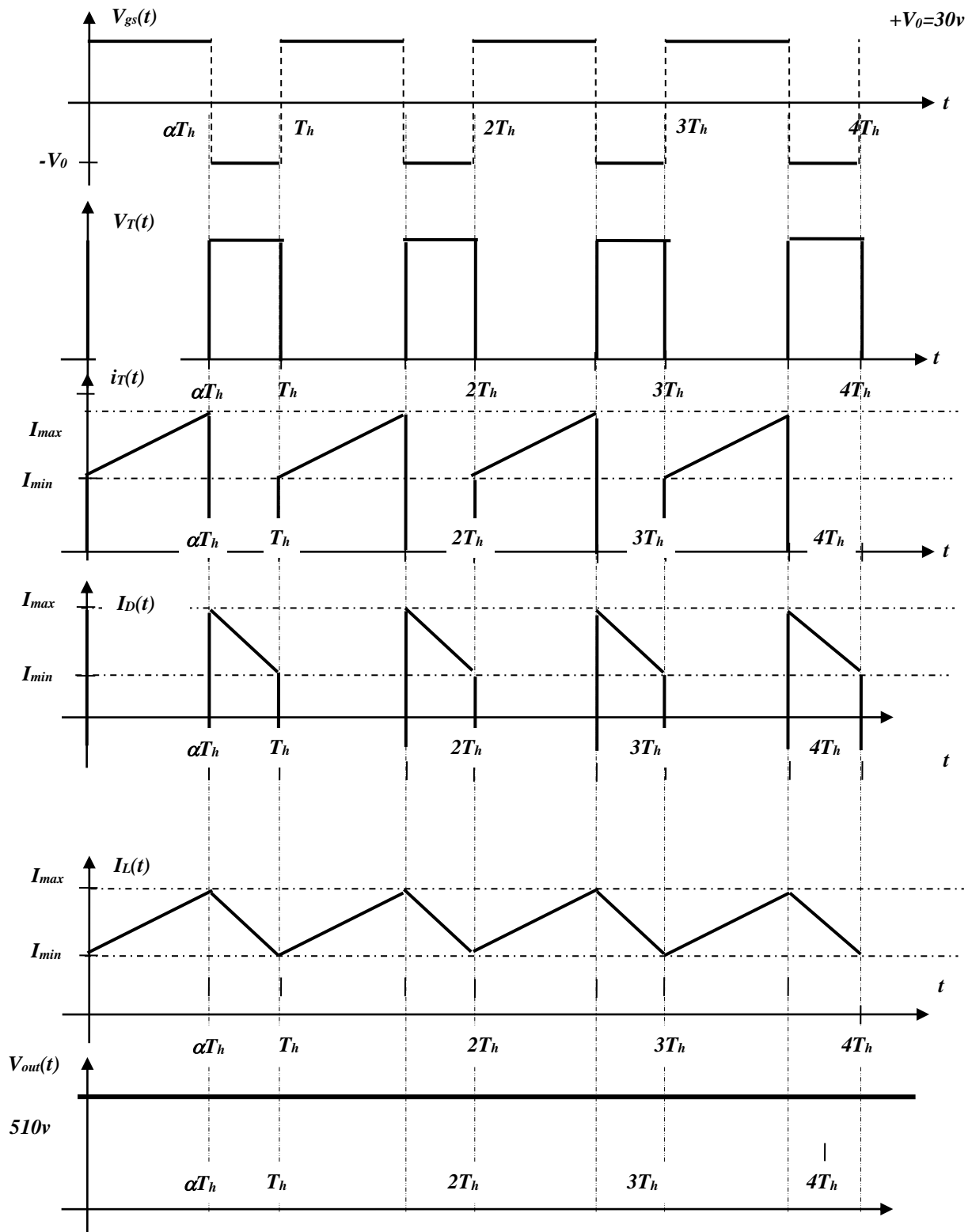
D.2. Voir le document réponse 3.

D.3. Checksum = (S1 & 3Fh) + 20h=(0304h & 3Fh)+20h=24h. soit le caractère '\$'

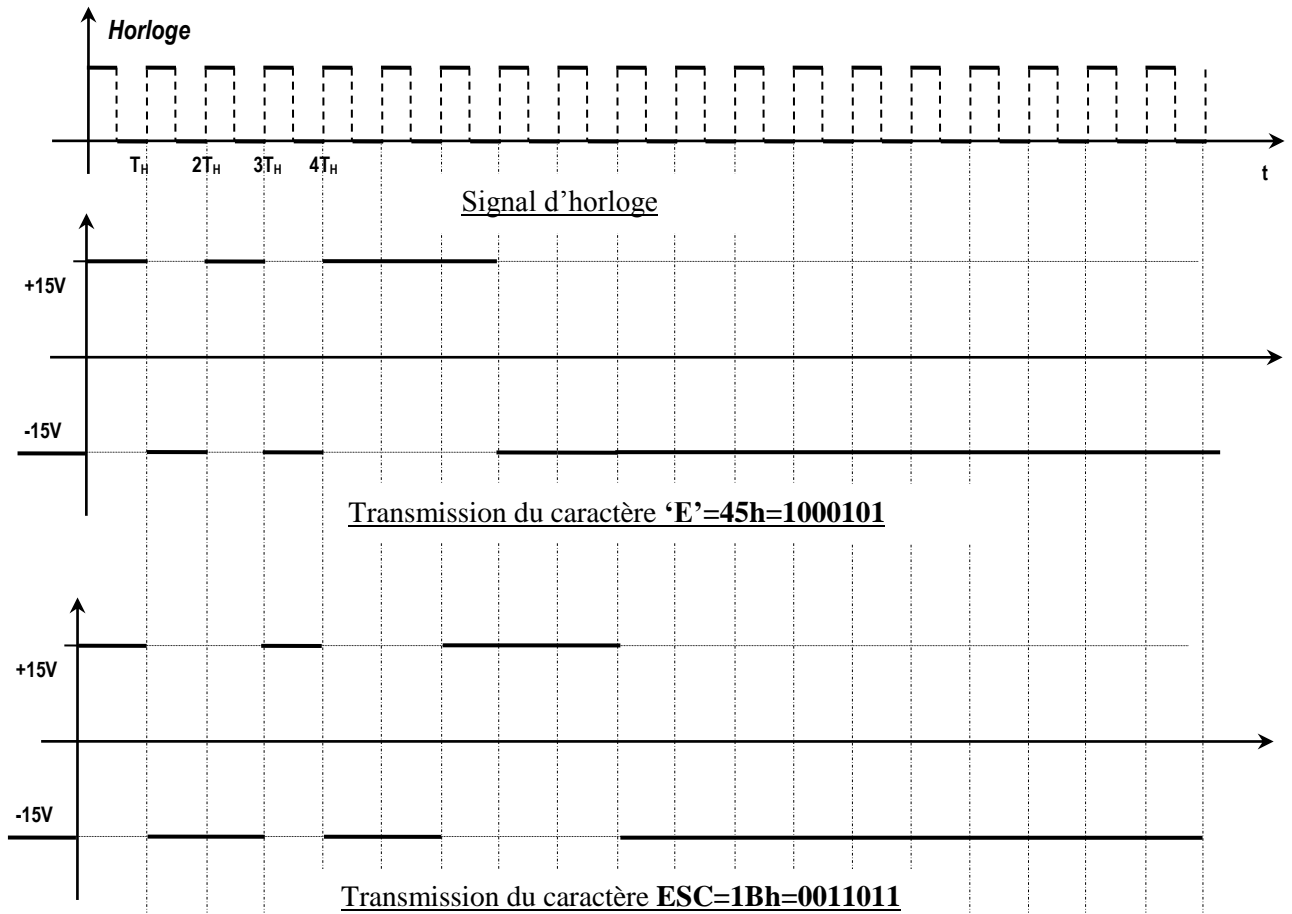
D.4. la durée minimale nécessaire pour transmettre un caractère est $\delta t = 520,83 \mu s$; le groupe d'information contient : 20 caractères \rightarrow il faut donc : $\Delta t = 20 \times \delta t = 10,41 \text{ms}$

D.5. voir document réponse 4,

D.6. voir document réponse 4,



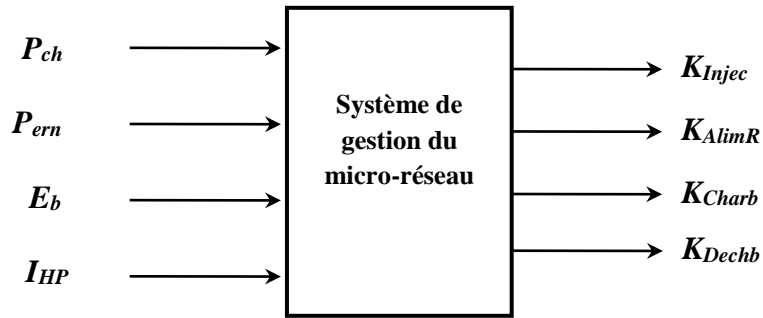
Document Réponse 3



<i>STS</i>	<i>LF</i>	<i>H</i>	<i>C</i>	<i>H</i>	<i>C</i>	<i>SP</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>6</i>	<i>5</i>	<i>9</i>	<i>6</i>	<i>3</i>	<i>SP</i>	<i>Checksum</i>	<i>CR</i>	<i>ETX</i>
02h	0Ah	48h	43h	48h	43h	20h	30h	30h	31h	30h	36h	35h	39h	36h	33h	20h	24h	0Dh	03h

Codage de la trame transmettant la consommation en heure creuse : « **HCHC 001065963** »

Document Réponse 4



Les entrées/Sortie du système de gestion du micro-réseau

