Correction du CNC 2018

Proposé par : A. OUAANABI

Sujet : Micro-Réseau

Partie A : Etude de la production PV et système stockage d'énergie

Q1 / Bilan de puissance

- Puissance totale = Nbre x Punitaire
- Energie totale = $P_{ut} \times \Delta t$ ← durée moyenne de fct
  ↳ E_{tu}

⇒ la puissance totale quotidienne :

$$\boxed{P_T = \sum P_{ut}}$$

⇒ l'energie totale quotidienne :

$$\boxed{E_T = \sum E_{tu}}$$

⇒ Voir les calculs dans DR

Q2 / la puissance crête P_c

sachant que : $E_T = k \cdot N_e \cdot P_c$

d'où : $P_c = \dfrac{E_T}{k \cdot N_e} = \dfrac{302.4 \cdot 10^3}{0.72 \cdot 5}$ (Wh ; h)

$$\Rightarrow \boxed{P_c = 84\ kW_c}$$

A.3 / Nombre total N_T de panneau nécessaire

le nombre total est défini par :

$$N_T = \frac{P_c}{P_{mpp}}$$

avec P_{mpp} est la puissance crête d'un seul panneau
⇓
Annexe 2
$P_{mpp} = 250W$

donc :

$N_T = \dfrac{84 \cdot 10^3}{250}$

$$\boxed{N_T = 336 \text{ panneaux}}$$

A.4 / Nombre de panneaux à mettre en série

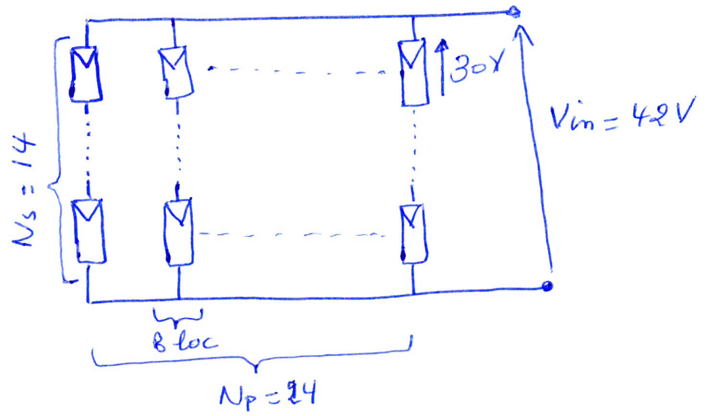
a partir de l'annexe 2, la tension crête produite par les panneaux est $V_{mpp} = 30V$, et que la tension souhaitée $V_{in} = 420V$

$$\Rightarrow N_s = \frac{V_{in}}{V_{mpp}} \Rightarrow \boxed{N_s = 14 \text{ panneaux}}$$

A.5 / le nombre de bloc N_p

on définit : $N_p = \dfrac{N_T}{N_s}$

$$\Rightarrow N_p = \frac{336}{14} \Rightarrow \boxed{N_p = 24 \text{ bloc}}$$



A.6 / la capacité des batteries

Sachant que : $E_T \cdot N_j = \eta_b \cdot C \cdot U_b \cdot D$

d'où :

$$C = \frac{E_T \cdot N_j}{\eta_b \cdot U_b \cdot D} = \frac{302.4 \cdot 10^3 \cdot 4}{0.8 \cdot 48 \cdot 0.75}$$

donc : $\boxed{C = 42\ kAh}$

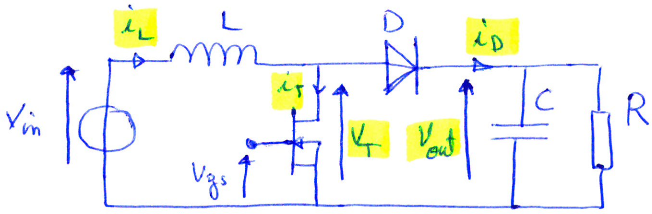
A.6 / Pour le stockage d'énergie, il existe autre procédure comme :

→ les piles à combustible
+ les super-condensateur
+ les volant d'inertie ... etc

l'utilisation des batteries en Plomb peut être justifiée dans des cas où une quantité considérable d'énergie à stocker et où d'autre technologie ne sont pas adoptées pour répondre à cette demande énergitique élevée

Partie B - Etude du convertisseur d'énergie DC/DC

le schéma de principe :



Données : $f_h = 20\,kHz$ - $V_{out} = 510\,V$

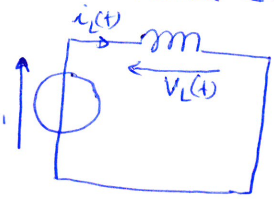
hypothèses :

- les interrupteurs sont parfaits
- conduction continue : $0 < I_{min} < i(t) < I_{max}$

B1 - Equation d'évolution du courant $i_L(t)$ pour $t \in [0, \alpha T_h]$

pour $t \in [0, \alpha T_h] \Rightarrow$ T fermé et D ouverte

le schéma devient :



$\Rightarrow$ d'après loi des mailles :

$V_L(t) = V_{in}$

$\Leftrightarrow L \dfrac{di_L(t)}{dt} = V_{in}$

$\Leftrightarrow \dfrac{di_L(t)}{dt} = \dfrac{V_{in}}{L} \Rightarrow i_L(t) = \dfrac{V_{in}}{L} t + cte$

cte ? $\Rightarrow$ à $t = 0 \Rightarrow i_L(0) = I_{min}$

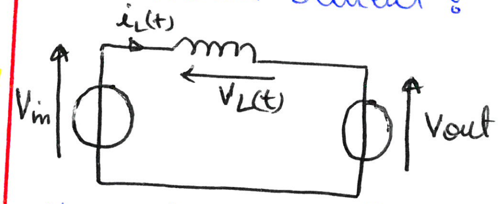
donc $I_{min} = cte$

d'où : $\boxed{i_L(t) = \dfrac{V_{in}}{L} t + I_{min}}$ $t \in [0, \alpha T_h]$

B.2 - Equation d'évolution du courant pour $t \in [\alpha T_h, T_h]$

pour $t \in [\alpha T_h, T_h] \Rightarrow$ T ouvert et D fermée

le schéma devient :



d'après loi des mailles :

$V_L(t) = V_{in} - V_{out}$

$\Leftrightarrow L \dfrac{di_L(t)}{dt} = V_{in} - V_{out}$

$\Leftrightarrow \dfrac{di_L(t)}{dt} = \dfrac{V_{in} - V_{out}}{L}$

$\Leftrightarrow i_L(t) = \dfrac{V_{in} - V_{out}}{L} t + cte$

cte ? à $t = \alpha T_h \Rightarrow i_L(\alpha T_h) = I_{max}$

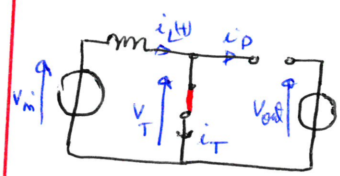
$\hookrightarrow I_{max} = \dfrac{V_{in} - V_{out}}{L} \alpha T + cte$

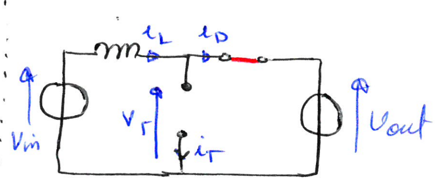
$\Rightarrow cte = -\dfrac{V_{in} - V_{out}}{L} \alpha T + I_{max}$

d'où :

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

B3 / Allures de $V_T(t)$, $i_T(t)$, $i_D(t)$ et $i_L(t)$

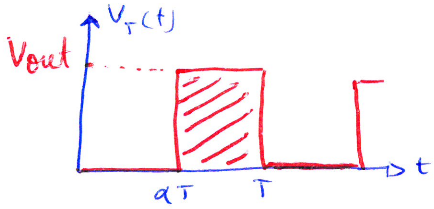




$V_T = 0$	$V_T = V_{out}$
$i_T = i_L(t)$	$i_T = 0$
$i_D = 0$	$i_D = i_L(t)$

Pour les Allures voir DR

B.4/ la valeur moyenne de V(t)



donc : $\langle V_T \rangle = \dfrac{\text{Surface}}{T} \Rightarrow \langle V_T \rangle = \dfrac{T - \alpha T}{T} \cdot V_{out}$

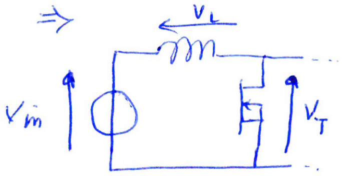
d'où : $\boxed{\langle V_T \rangle = (1-\alpha) V_{out}}$ (1)

B.5/ la relation entre Vout et Vin

on suppose que le courant dans l'inductance est périodique $\Rightarrow \boxed{\langle V_L(t) \rangle = 0}$

Appliquons la loi des mailles cote source

$\Rightarrow$



$V_T = V_{in} - V_L \Rightarrow \langle V_T \rangle = \langle V_{in} \rangle - \underbrace{\langle V_L \rangle}_{=0}$

$\Rightarrow \langle V_T \rangle = \langle V_{in} \rangle \Rightarrow \boxed{\langle V_T(t) \rangle = V_{in}}$ (2)

d'après (1) et (2) $\Rightarrow$

$(1-\alpha) V_{out} = V_{in} \Rightarrow \boxed{V_{out} = \dfrac{V_{in}}{1-\alpha}}$

$$\begin{cases} \text{si } \alpha = 0 \Rightarrow V_{out} = V_{in} \\ \text{si } \alpha = 0.5 \Rightarrow V_{out} = 2\,V_{out} \\ \text{si } \alpha \to 1 \Rightarrow V_{out} \to +\infty \end{cases}$$

d'où : $V_{out} \geq V_{in} \Rightarrow$ il s'agit alors d'un hacheur parallèle

B.6/ ondulation du courant

On a :

$$\begin{cases} i_L(t) = \dfrac{V_{in}}{L} t + I_{min} \quad \text{pour } t \in [0, \alpha T_h] \\ i_L(\alpha T) = I_{max} \end{cases}$$

donc

$i_L(\alpha T) = I_{max} = \dfrac{V_{in}}{L} \alpha T + I_{min}$

on definit : $\Delta i_L = I_{max} - I_{min}$

d'où : $\Delta i_L = \dfrac{V_{in}}{L} \alpha T$ or $v_{in} = (1-\alpha) V_{out}$

alors : $\Delta i_L = \dfrac{\alpha(1-\alpha) V_{out} T_h}{L}$

finalement : $\boxed{\Delta i_L = \dfrac{\alpha(1-\alpha) V_{out}}{L \cdot f_h}}$

B.7/ ondulation maximale du courant

α est maximal lorsque $\dfrac{d \Delta i_L}{d\alpha} = 0$

alors : $\dfrac{d \Delta i_L}{d\alpha} = \dfrac{V_{out}}{L \cdot f_h}(1 - 2\alpha) = 0$

l'ondulation du courant est maximale pour $\boxed{\alpha = 0.5}$

$\Rightarrow$ l'ondulation maximale du courant

$\Delta i_{Lmax} = \Delta i_L(0.5) \Rightarrow \boxed{\Delta i_{Lmax} = \dfrac{V_{out}}{4 \cdot L \cdot f_h}}$

B.8/ la valeur de L

Comme $\Delta i_{Lmax} = \dfrac{V_{out}}{4L \cdot f_h}$

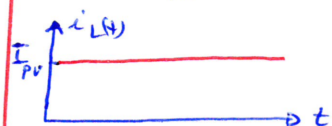
donc : $L = \dfrac{V_{out}}{4 \cdot f_h \cdot \Delta i_{Lmax}} = \dfrac{510}{4 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 1}$

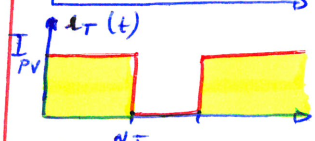
d'où : $\boxed{L = 6.375 \text{ mH}}$

B.9/ pertes de conduction

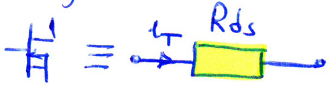
Si $\Delta i_L = 0 \Rightarrow$

$i_L(t) = I_{PV}$





et que :



$P_c = R_{ds} \cdot (I_{Teff})^2$

avec

$I_{Teff} = \sqrt{\langle i_T^2 \rangle}$

$\langle i_T^2 \rangle = \dfrac{I_{PV}^2 \times \alpha T}{T}$

$\langle i_T^2 \rangle = \alpha I_{PV}^2$

$\boxed{I_{Teff} = \sqrt{\alpha}\, I_{PV}}$

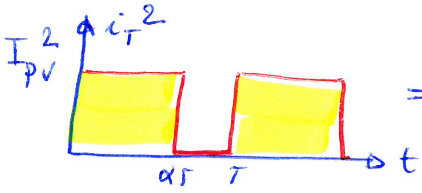
comme $P_c = R_{ds} . (I_{Teff})^2$

donc : $\boxed{P_c = R_{ds} . \alpha . I_{pv}^2}$

$$P_c = 55.10^{-3} . 0,45 . 32^2$$

$$\boxed{P_c = 25,34\ W}$$

Note :



$$\Rightarrow \langle i_T^2 \rangle = \frac{\alpha T . I_{pv}^2}{T}$$

$$\langle i_T^2 \rangle = \alpha I_p^2$$

$$I_{Teff} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T i_T^2(t)\,dt} = \sqrt{\langle i_T^2 \rangle}$$

$$I_{Teff} = \sqrt{\alpha} . I_{pv}$$

Partie C : Etude de ~~la~~ l'asservissement de position des panneaux

C.1% la relation entre $\theta_p(t)$ et $\Omega_p(t)$

La relation entre θ_p et Ω_p est :

$$\boxed{\Omega_p(t) = \frac{d\theta_p(t)}{dt}}$$

d'après la transformation de Laplace :

$$\Omega_p(p) = p . \theta_p(p) \quad \text{avec } C.I = 0$$

donc : $M_p(p) = \frac{\theta_p(p)}{\Omega_p(p)} \Rightarrow \boxed{M_p(p) = \frac{1}{p}}$

C.2% la transformation de Laplace des equations de la MCC

Eq1 : $U(p) = E(p) + R\, I(p)$

Eq2 : $E(p) = k\, \Omega(p)$

Eq3 : $C_m(p) = k . I(p)$

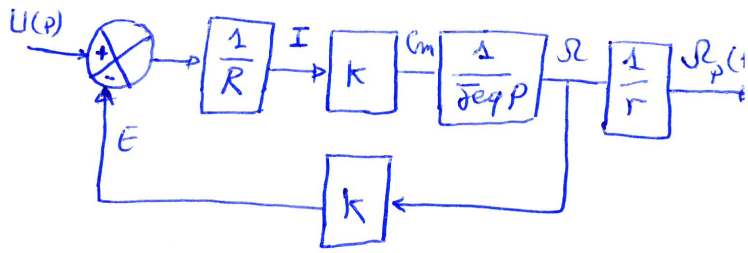
Eq4 : $J_{eq} . \Omega(p) = C_m(p) - \underbrace{C_r(p)}_{=0}$

C.3% Expression de transfert $M(p)$

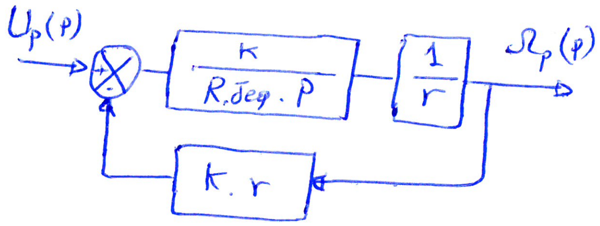
Pour répondre à cette question, on introduit le schéma bloc du moteur :

On note que : $r = \frac{\Omega}{\Omega_p} \Rightarrow \Omega_p = \frac{1}{r}\Omega$

$\Rightarrow$ donc :



$\Downarrow$



d'où

$$M(p) = \frac{\Omega_p(p)}{U_p(p)} = \frac{\frac{k}{r.R.J_{eq}.p}}{1 + \frac{k^2}{R.J_{eq}.p}}$$

$\Leftrightarrow$

$$M(p) = \frac{\frac{k}{r}}{R.J_{eq}.p + k^2}$$

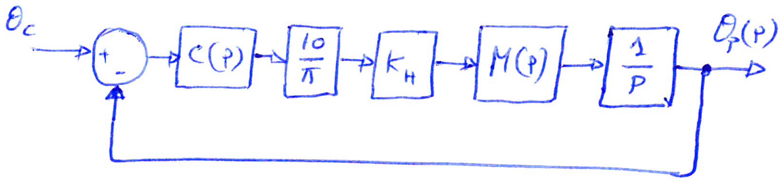
$$\Leftrightarrow \boxed{M(p) = \frac{\frac{1}{k.r}}{1 + \frac{R.J_{eq}}{k^2}\,p} = \frac{K_m}{1 + T_m p}}$$

avec : $\begin{cases} K_m = \frac{1}{k.r} \\ T_m = \frac{R.J_{eq}}{k^2} \end{cases}$

$$\begin{cases} K_m = \frac{1}{35} = 0,028 \\ T_m = 2,04\ s \end{cases}$$

c4/ fonction de transfert en B.O

1er t, on simplifie le schéma bloc :



La fonction de transfert en B.O, s'exprime :

$$H(p) = C(p)\cdot\frac{10}{\pi}\cdot K_H\cdot M(p)\cdot\frac{1}{p}$$

$$H(p) = C(p)\cdot\frac{10}{\pi}\cdot K_H\cdot\frac{K_m}{1+T_m p}\times\frac{1}{p}$$

$$H(p) = C(p)\,\frac{\frac{10}{\pi}\cdot K_H\cdot K_m}{p(1+T_m p)}$$

$$H(p) = C(p)\,\frac{G}{p(1+Tp)}$$

avec : $\boxed{G = \frac{10}{\pi}\cdot K_H\cdot K_m}$, $\boxed{T = T_m}$ ⇒ $\boxed{T = 2.04\,s}$, $\boxed{G = 1{,}364}$

C.6/ On prendra par la suite :

$G = 1.4$ et $T = 2s$

a/ la stabilité du système

d'après le plan de Bode :

$$\boxed{\mathrm{Arg}[H(j\omega)] > -180}$$

Le système est stable, en effet, il s'agit d'un système 2ème ordre donc, il est tjrs stable

b/ l'erreur de position (statique)

la fonction de transfert en B.O $H(p)$ possède une intégration en B.O donc, l'erreur statique est nulle

$$\boxed{\varepsilon_s = 0}$$

c/ la fonction de transfert en B.F

On a : $F(p) = \dfrac{H(p)}{1+H(p)}$

$$\Leftrightarrow F(p) = \frac{\frac{G}{p(1+Tp)}}{1+\frac{G}{p(1+Tp)}}$$

$$\Leftrightarrow F(p) = \frac{G}{Tp^2+p+G}$$

$$\Leftrightarrow F(p) = \frac{1}{1+\frac{1}{G}p+\frac{T}{G}p^2} = \frac{G_F}{1+\frac{2z}{\omega_n}p+\frac{p^2}{\omega_n^2}}$$

d/ identificat des paramètres ω_n, z et G.

$\boxed{G_F = 1}$, $\boxed{\omega_n = \sqrt{\frac{G}{T}}}$, $\frac{2z}{\omega_n} = \frac{1}{G}$

$$z = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{G}\times\sqrt{\frac{G}{T}} \Rightarrow \boxed{z = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{GT}}}$$

A.N :

$\boxed{G_F = 1}$, $\boxed{z = 0.3}$ et $\boxed{\omega_n = 0.83\ rad/s}$

e/ temps de réponse et le dépassement

d'après le plan de Bode de l'annexe on a :

- temps de réponse :

$z = 0.3 \longrightarrow t_r\times\omega_n = 8 \Rightarrow \boxed{t_{r5\%} = \frac{8}{\omega_n}}$, $\boxed{t_{r5\%} = 9.63\,s}$

* dépassement D

$z = 0.3 \rightarrow \boxed{D_1\% = 39\ \%}$

C.7/ la marge de phase

on fait la projection sur la phase à la pulsation ω_1 pour laquelle $G = 0$: et on trouve

$$\Delta\varphi = 180 + Arg(F(j\omega_1))$$

$$= 180 - 146 \Rightarrow \boxed{\Delta\varphi = 34°}$$

C.8/ correction par PI

* le cahier des charges impose :
  - BP plus large → augmentation de rapidité
  - $\Delta\varphi \geq 45$ → augmentation de stabilité
* la propriété d'un correcteur PI ne permet pas de satisfaire ce type de cahier des charges :

car si on augmente la bande passante, les marges de stabilité diminuent ou inversement.

$$\begin{cases} \Delta\varphi \nearrow \Rightarrow BP \searrow \\ BP \nearrow \Rightarrow \Delta\varphi \searrow \end{cases}$$

un autre problème : H(P) possède une intégration ($\frac{1}{P}$) en B.O, l'ajoute d'un PI ⇒ déstabilise automatiquement le système !!!

→ ce type de système exige d'installer un correcteur à avance de phase

C.9/ correcteur à avance de phase

avant de faire l'étude, il faut trouver le module et la phase de H(P)

on : $H(P) = C(P) \cdot \frac{G}{P(1+TP)}$

* expression complexe

$$H(j\omega) = C(j\omega) \cdot \frac{G}{j\omega(1+Tj\omega)}$$

⇒ le module :

$$\boxed{|H(j\omega)| = |C(j\omega)| \times \frac{G}{\omega\sqrt{1+(T\omega)^2}}}$$

⇒ l'argument (phase)

$$Arg(H(j\omega)) = Arg(C(j\omega)) + Arg\left(\frac{G}{j\omega(1+Tj\omega)}\right)$$

$$\Leftrightarrow \boxed{Arg(H(j\omega)) = Arg(C(j\omega)) + [-90 - Arctg(T\omega)]}$$

a/ la valeur que doit prendre Arg(H(jω)) ?

on a : $\omega_M = \omega_1 = 7.5$ rad/s

$\Delta\varphi = 180 + Arg(H(j\omega_1)) = 45$

donc :

$$\boxed{Arg(H(j\omega_1)) = -135°}$$

b/ la phase φ_M que doit ajouter par le correcteur à la pulsation $\omega_1 = \omega_M$

$$Arg(H(j\omega_1)) = \underbrace{Arg(C(j\omega_1))}_{\varphi_M} - 90 - arctg(T\omega_1)$$

$$\varphi_M = Arg(H(j\omega_1)) + 90 + arctg(T\omega_1)$$

$$\varphi_M = -135 + 90 + arctg(2 \times 7.5)$$

donc : $\boxed{\varphi_M = 41.19°}$

c/ la valeur du paramètre a

d'après l'annexe que :

$$a = \frac{1 + \sin \varphi_M}{1 - \sin \varphi_M} \Rightarrow \boxed{a = 4.86}$$

d/ la valeur de constante de temps τ :

d'après l'annexe : $\omega_M = \omega_1 = \dfrac{1}{\tau \sqrt{a}}$

d'où : $\tau = \dfrac{1}{\omega_1 \sqrt{a}} = \dfrac{1}{7{,}5 \sqrt{4.86}}$

$\hookrightarrow \boxed{\tau = 60.48\ ms}$

e/ le gain Kc

on calcul Kc à $\omega_1 \Rightarrow |H(j\omega_1)| = 1$

$$\Leftrightarrow \underset{\downarrow}{|C(j\omega_1)|} \times \frac{G}{\omega_1 \sqrt{1 + (T\omega_1)^2}} = 1$$

$$\Leftrightarrow K_c \sqrt{a} \times \frac{G}{\omega_1 \sqrt{1 + (T\omega_1)^2}} = 1$$

d'où

$$K_c = \frac{\omega_1 \sqrt{1 + (T\omega_1)^2}}{\sqrt{a} \times G} = \frac{7{,}5 \sqrt{1 + (7{,}5 \times 2)^2}}{\sqrt{4.86} \times 1{,}4}$$

$\boxed{K_c = 36{,}53}$

Partie D - Etude de la transmission de données et gestion du micro-Réseau

D1 - chronogramme des signaux.

- caractère E

"E" = 45 h = 1000101

$\hookrightarrow$ parité paire : si Nbres des 1 est pair bp = 0 sinon 1

dans ce cas : Nombre de 1 est 3 (impaire

"3" de "1" $\Longrightarrow \boxed{bp = 1}$

- caractère ESC = 1B h = 0011011

Nombre de 1 est 4

"4" de "1" $\longrightarrow \boxed{bp = 0}$

trames ~~tram~~ sont présentées en DR3

D2/ la trame à transmettre

à partir du tableau du code ASCII en hex, on code les différents caractère

Ex : caractère "C"

$\boxed{.3}$

$\boxed{4.}$ ------ $\boxed{C}$ $\Longrightarrow$ "C" = 43h

Voir le DR3

D3 - la valeur de Checksum

sachant que :

Checksum = (S_1 & 3F h) + 20 h

$\Leftrightarrow$ checksum = (304 h & 3F h) + 20 h

$\boxed{\text{checksum} = 24\,h}$

Voir DR3

D4/ La durée minimale pour transmettre ce groupe de données

- la trame est composée de 20 caractère
- chaque caractère est transmis via la trame RS232 qui compose de 10 bits chaque bit est durée $\Delta t_{RS} = \dfrac{1}{D}$

donc : la durée pour transmettre un caractère en RS232

$$\Delta t_{RS} = \underbrace{10}_{\text{bits de trame RS232}} \times \frac{1}{\underbrace{D}_{\text{vitesse de transmission}}}$$

$D = 19200$ bits/s ou bauds

$$\boxed{\Delta t_{RS} = 520{,}83\ \mu s}$$

donc la durée minimal pour transmettre un groupe de données

$$\Delta t = \underbrace{20}_{\text{20 caractère}} \times \Delta t_{RS232}$$

$$\boxed{\Delta t = 10.41\ ms}$$

D4/ l'entrée/sortie du système

Voir DR4

D5/ graphe d'état du système

Voir DR4

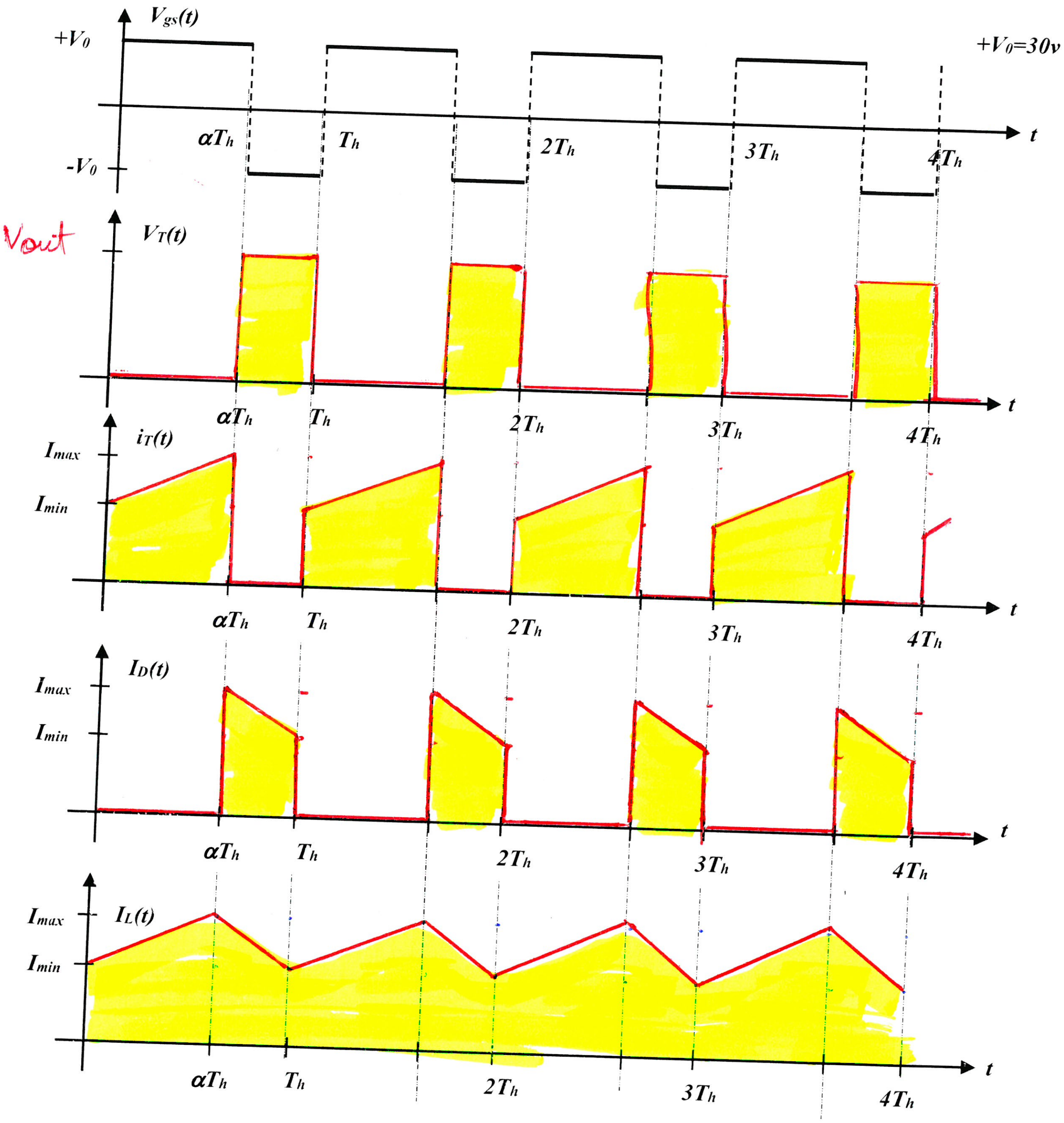
Document Réponse 1

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 :	486960 P_T= ……	295200 E_T=…….

Document Réponse 2

B.3) Chronogrammes :



D = 0,39 x 100
D = 39 %

Annexe 4

$\omega_n \times t_{r5\%} = 8$

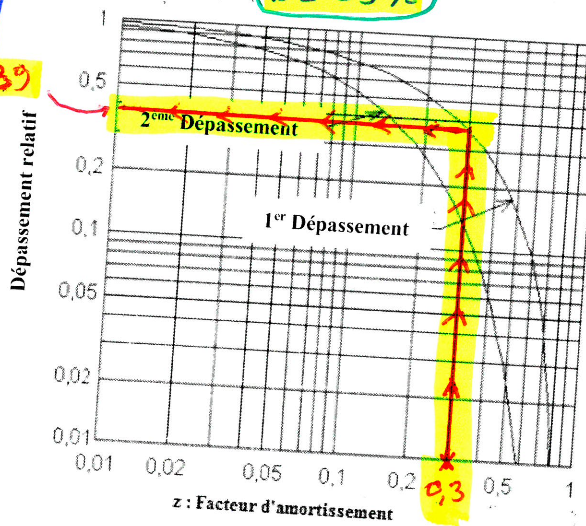


Figure 8 : Dépassement du 2ème ordre

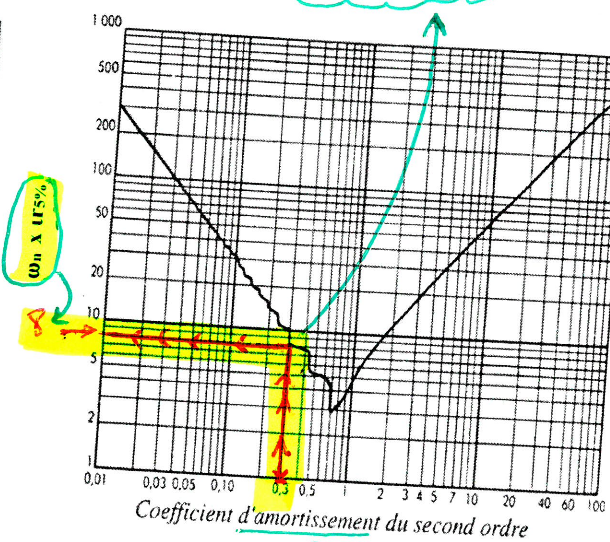


figure 9: Temps de réponse du 2ème ordre

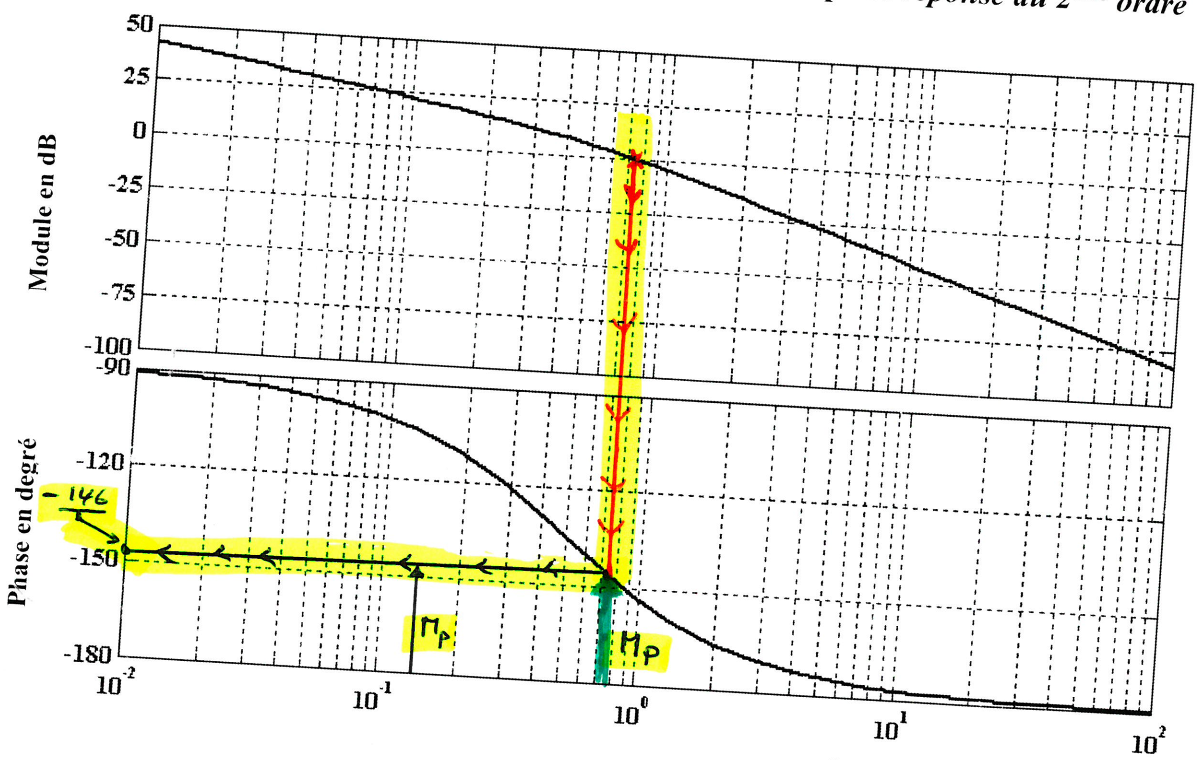


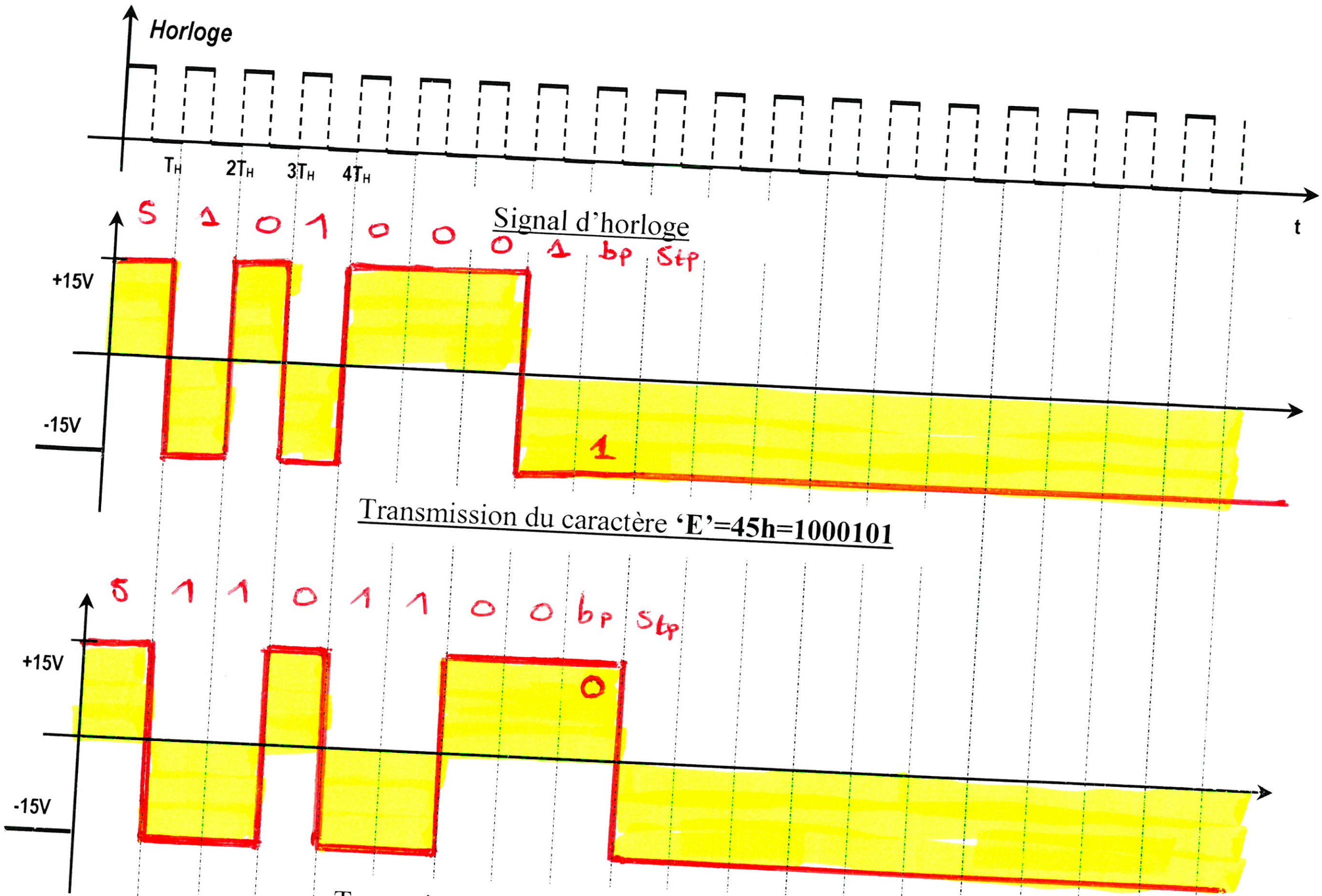
Figure 10 : Tracé de Bode de La FTBO du système non corrigé

Caractéristiques d'un correcteur à avance de phase : $C(p)=K_c\,\frac{1+a\tau p}{1+\tau p}$

Phase maximale apportée φ_M	Pulsation de φ_M	Gain à la pulsation ω_M
$\varphi_M = \arcsin\frac{a-1}{a+1} \Leftrightarrow a = \frac{1+\sin\varphi_M}{1-\sin\varphi_M}$	$\omega_M = \frac{1}{\tau\sqrt{a}}$	$\lvert C(\omega_M)\rvert = Kc\sqrt{a}$

Document Réponse 3

D.1)



Signal d'horloge

Transmission du caractère **'E'=45h=1000101**

Transmission du caractère **ESC=1Bh=0011011**

D.2)

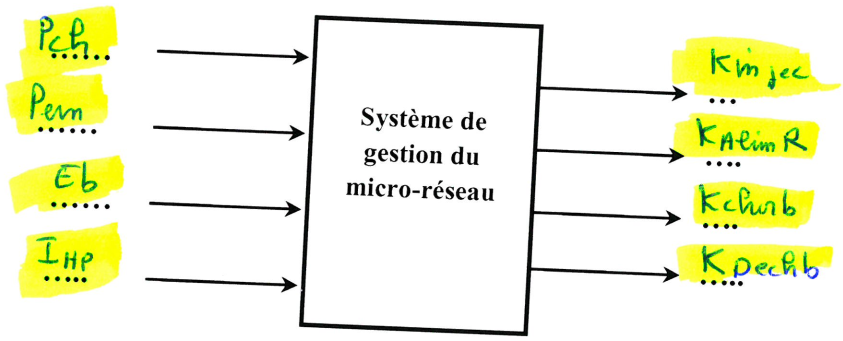
STS	*LF*	*H*	*C*	*H*	*C*	*SP*	*0*	*0*	*1*	*0*	*6*	*5*	*9*	*6*	*3*	*SP*	*Checksum*	*CR*	*ETX*
02h	*0Ah*	48	43	48	43	*20h*	30	30	31	30	36	35	39	36	33	*20h*	24h	*0Dh*	*03h*

24

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

Document Réponse 4

D.5)



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

D.6)