

PRESENTATION DU SYSTEME

I Descriptif du sujet.

Le système technique étudié est un "panneau solaire" autonome destiné à la charge d'une batterie d'accumulateurs. L'énergie solaire est recueillie par un panneau solaire constitué de cellules photo-voltaïques. Un moteur à courant continu produit la rotation du panneau pour optimiser la réception.

II Principe.

Le panneau solaire suit la position du soleil grâce à deux capteurs de luminosité. La différence de luminosité entre les deux capteurs permet de repositionner le panneau dans la direction du soleil.

Afin de limiter la consommation du système, son fonctionnement ne sera valide que quelques secondes (20s) avec une périodicité de quinze minutes.

III Définition des périodes de fonctionnement.

On doit distinguer 4 phases de fonctionnement:

- le jour où le système sera en fonctionnement normal (luminosité > 12000 lux)
- la nuit où le système sera arrêté (luminosité < 1000 lux)
- le passage de la nuit au jour où le système se met en route (1000 lux < luminosité < 12000 lux)
- le passage du jour à la nuit où le panneau devra prendre une position de repos qui sera la position de "coucher du soleil".

IV Fonctionnement

4.1 Passage de la nuit au jour.

A partir de la position de "lever du soleil", lorsque la luminosité dépasse 1000 lux le fonctionnement du système est autorisé. Tant que la luminosité est inférieure à 12000 lux, la rotation du panneau est impossible. Lorsque la luminosité dépasse 12000 lux, le panneau se positionne dans la direction du soleil. Ce fonctionnement peut intervenir à n'importe quelle heure de la journée en fonction de l'éclairement.

4.2 Fonctionnement pendant la journée.

En fonction de l'écart de luminosité sur les deux capteurs, on commande la rotation du moteur de façon à réduire l'écart entre l'orientation du panneau et la direction du soleil. Afin d'éviter un phénomène d'oscillation du panneau autour de la position d'équilibre, on accepte une erreur de luminosité entre les deux capteurs.

Si l'écart de positionnement est dans la plage prévue, on considèrera que le panneau est bien positionné et on coupera l'alimentation du moteur, ce qui limitera la consommation électrique.

Afin d'éviter une trop grande consommation et des perturbations dues aux nuages, on échantillonnera le fonctionnement avec une période de 15 mn. La commande du moteur sera autorisée pendant une durée suffisante pour repositionner le panneau.

En cas de baisse de luminosité (< 12000 lux) on interdira le déplacement du panneau et on coupera l'alimentation du sous-système de déplacement. Si le niveau de charge de la batterie est insuffisant on interdira également le déplacement du panneau.

4.3 Passage du jour à la nuit.

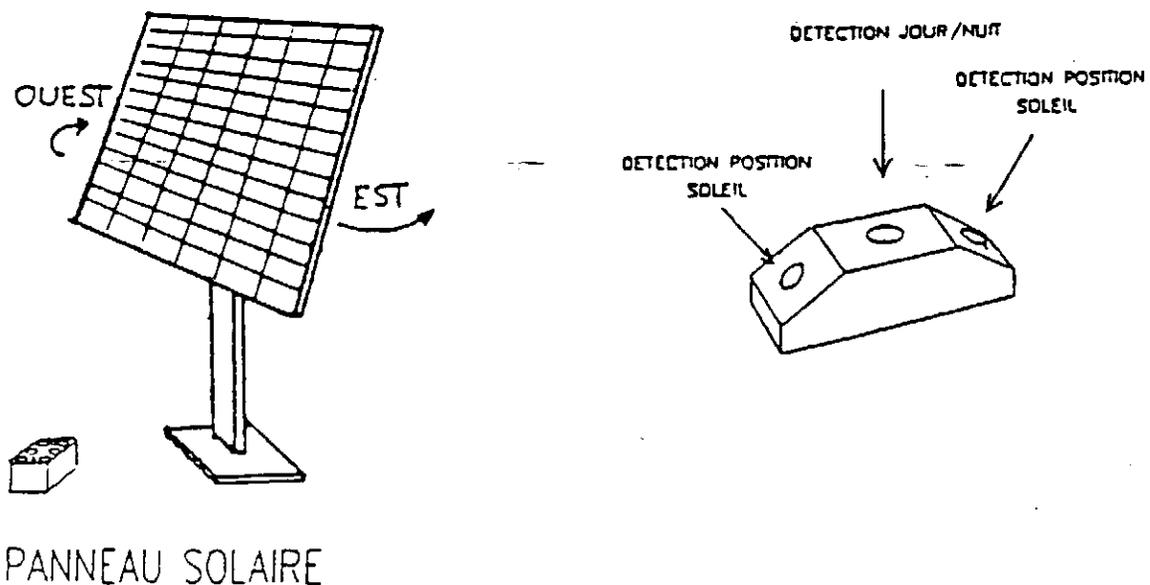
Lorsque la luminosité est inférieure à 1000 lux, on ramène le panneau en position de "lever du soleil". Un contact fin de course permet au panneau de s'arrêter sur cette position. Un contact fin de course permet de stopper le déplacement du panneau en position de "coucher du soleil" dans l'attente d'une luminosité inférieure aux 1000 lux correspondants à la nuit.

4.4 Fonctionnement la nuit.

Le système est en veille, la consommation électrique est réduite au maximum et seule la détection du niveau d'éclairement est en service.

V Fonctionnement du système de détection des positions.

Le système se compose de trois contacts de fin de course sur lesquels agit une came. Ces trois contacts permettent de fournir un code au système électronique en fonction de la position de la came (et donc du panneau).



PRINCIPE DE LA MISE EN POSITION DU PANNEAU

Pour obtenir un rendement maximum le panneau doit être perpendiculaire aux rayons du soleil.

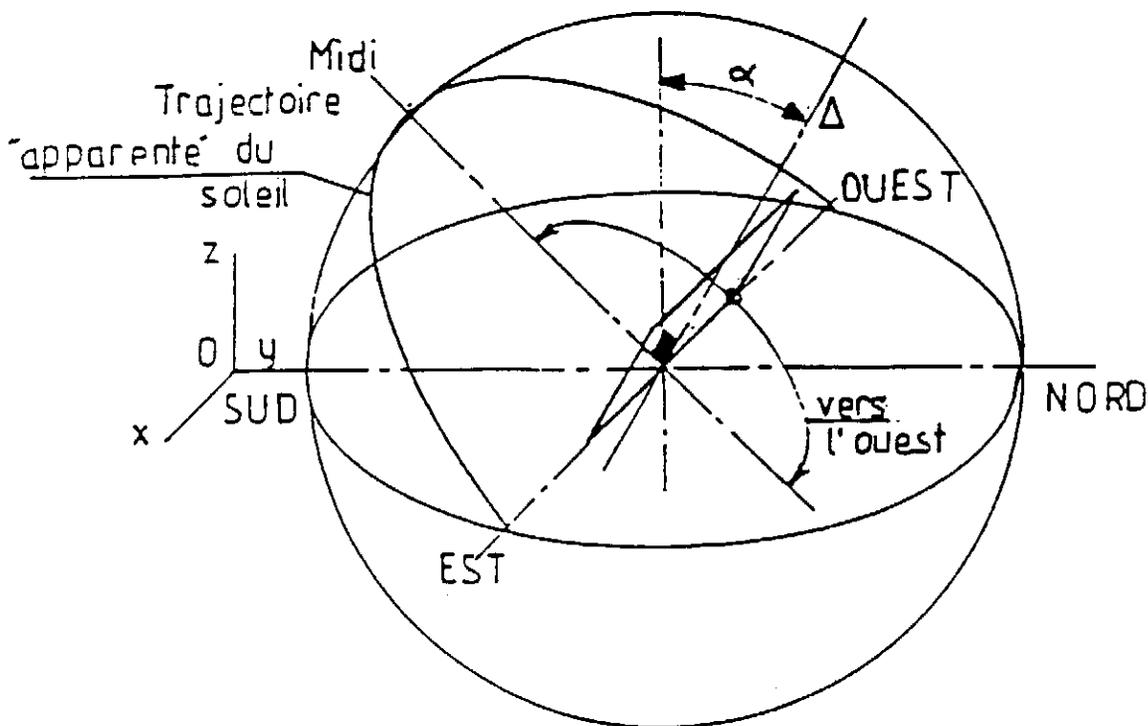
POUR CELA il doit :

- être perpendiculaire au plan contenant la trajectoire apparente du soleil

==> inclinaison de l'axe Δ d'un angle α par rapport à la verticale

- suivre le déplacement du soleil sur sa trajectoire d'EST en OUEST

==> rotation de 180° autour de l'axe Δ



COMMANDE DE DEPLACEMENT DU PANNEAU SOLAIRE (O.T.)

Détection présence soleil (FP1): Cette fonction autorise, de jour, la rotation du panneau ($J = 0$) et ramène le système en position de "lever du soleil" à la tombée de la nuit ($N = 0$).

Détection position soleil (FP2): Commande le repositionnement du panneau lors du déplacement du soleil (si $J = 0$).

Détection charge batterie (FP3): Place le système en état de veille si la batterie d'accumulateurs est déchargée.

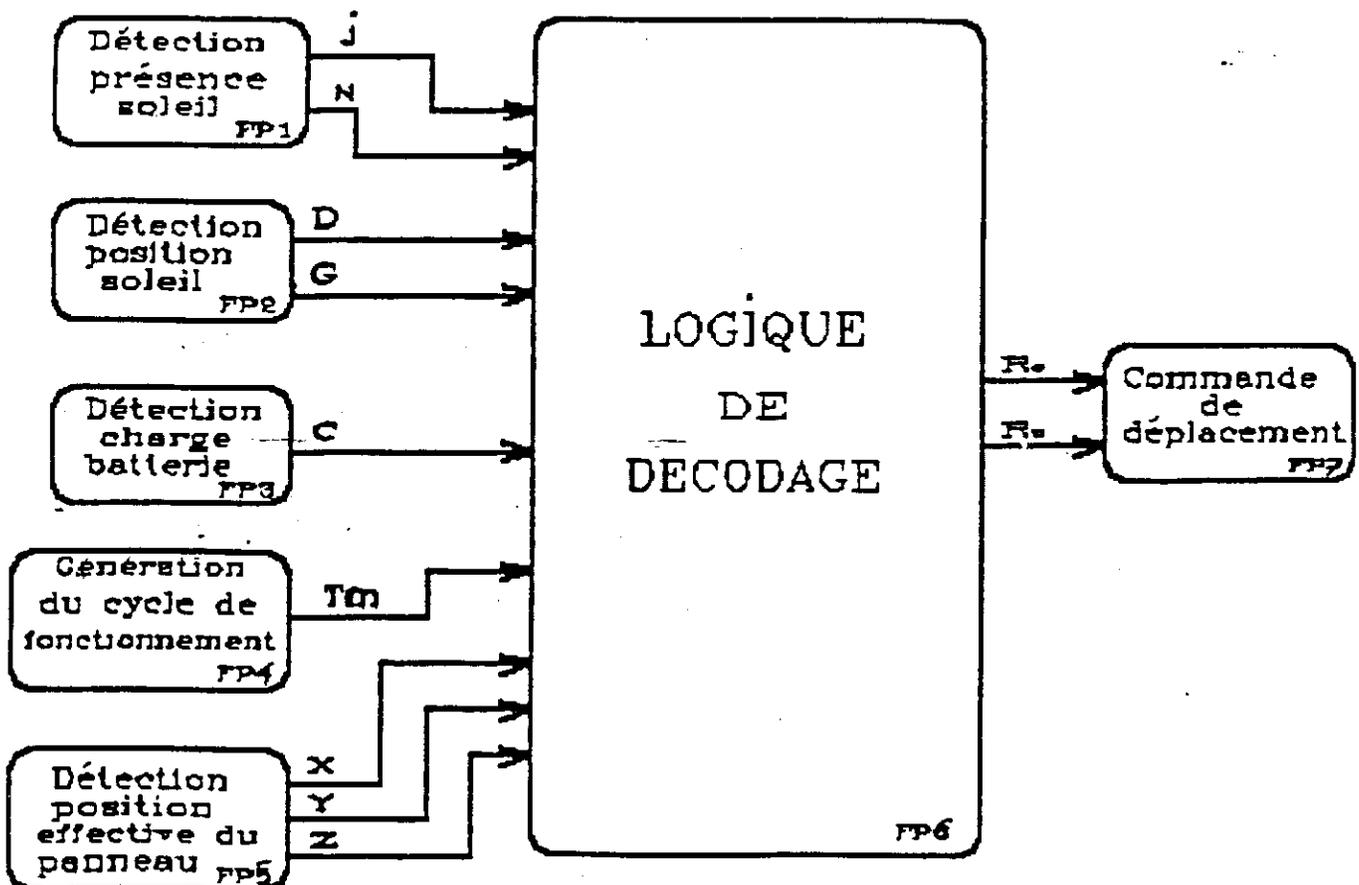
Génération cycle de fonctionnement (FP4): Autorise le repositionnement du panneau par cycle de quinze minutes; le moteur est alors alimenté pendant environ 20 secondes.

Détection position effective du panneau (FP5): Indique si le panneau est en butée "Est", "Ouest" ou entre les positions "lever" et "coucher du soleil" (correspondant au fonctionnement normal).

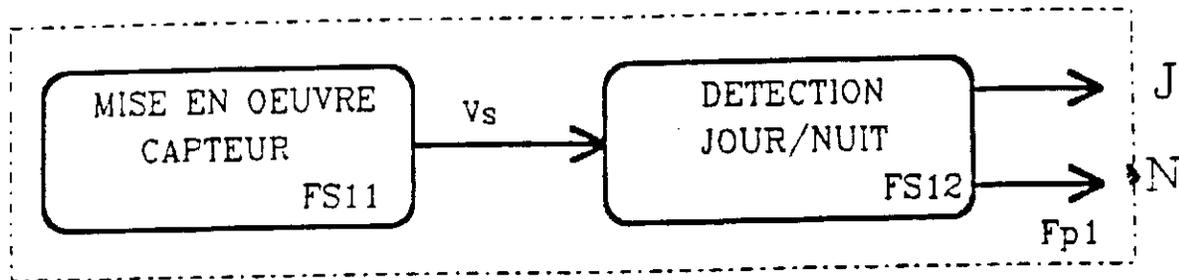
Logique de décodage (FP6): Commande la rotation du moteur pour un déplacement vers l'Ouest (R_D) ou vers l'Est (R_G) si l'ensemble des conditions sont remplies.

Commande de déplacement (FP7): C'est l'interface de puissance entre l'électronique de commande et le moteur d'entraînement.

SCHEMA FONCTIONNEL DU 1^{ER} DEGRE



SCHEMA FONCTIONNEL DU 2ND DEGRE



I.1 Mise en oeuvre du capteur (FS11)

I.1.a. A l'aide de la documentation page 14/15 de la photodiode BPX 42, donner la sensibilité lumineuse sous éclairnement:

$$S_L = \frac{\Delta I_R}{\Delta E}$$

I.1.b. Exprimer la tension de sortie $V_{S1} = f(V_{Z1}; I_R)$ du convertisseur courant-tension U_1 (voir schéma structurel page 6/15).

I.1.c. Calculer les photocourants de nuit et de jour, I_{Rn} et I_{Rj} correspondant à des éclairnements $E_n = 1000$ lx et $E_j = 12000$ lx.

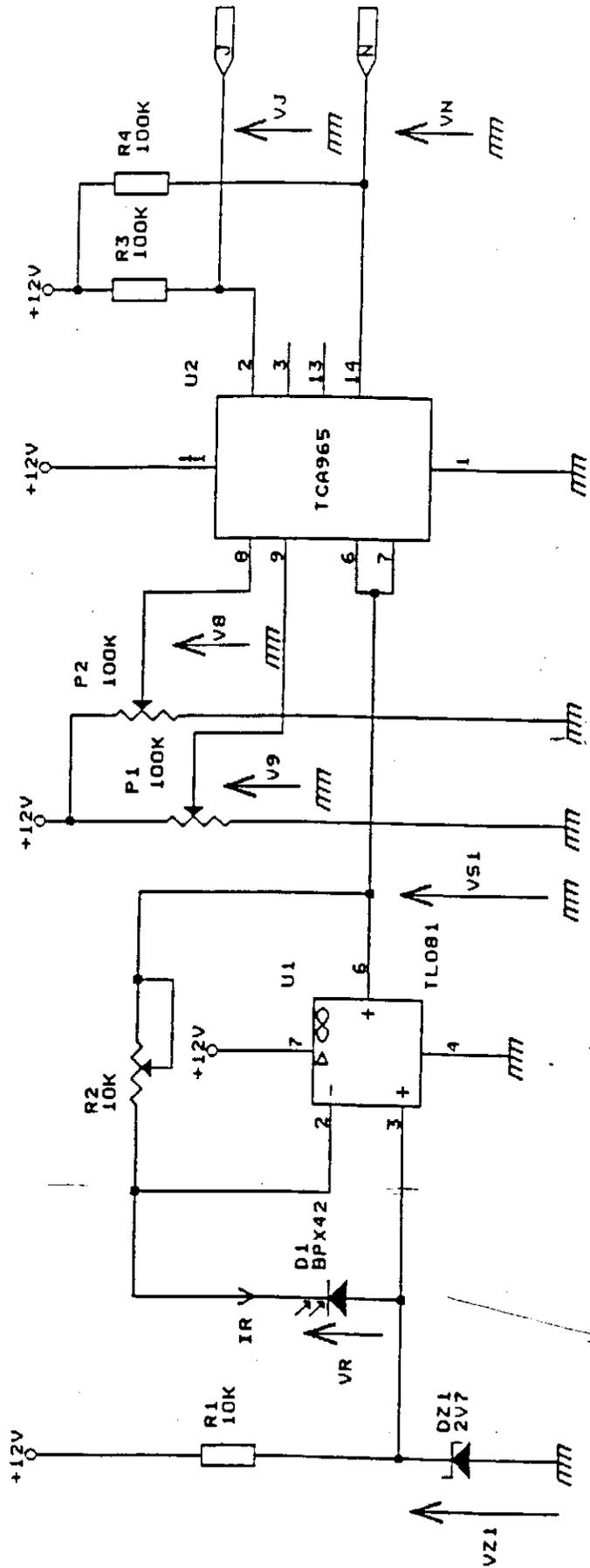
I.1.d. Pour $E_n = 1000$ lx: on ajuste R_2 de sorte à obtenir $V_{S1} = 3$ V. Calculer la valeur de réglage de R_2 .

En déduire V_{S1} pour $E_j = 12000$ lx.

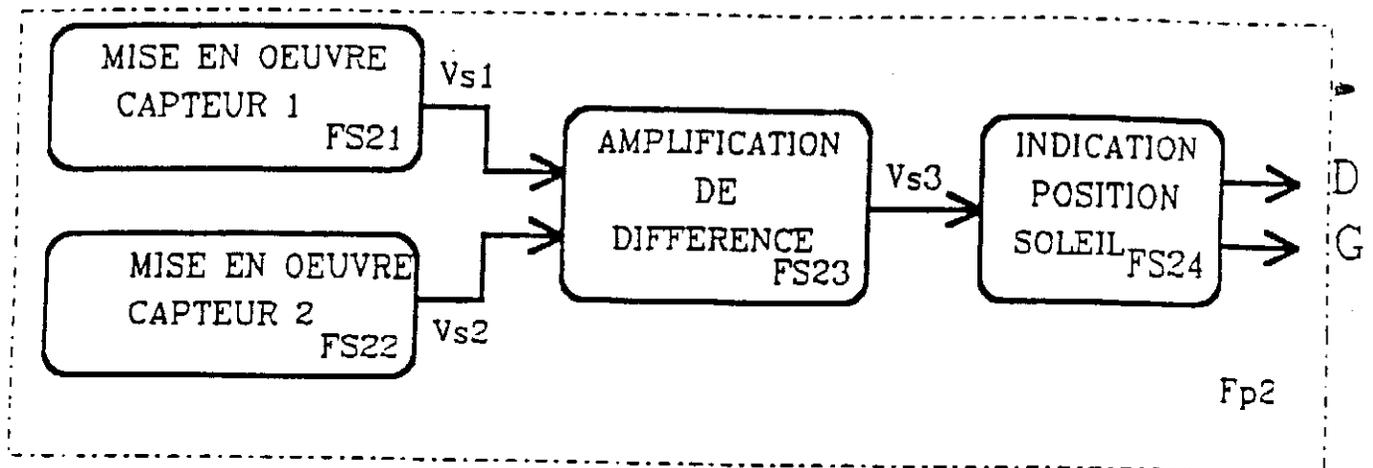
I.2 Détection jour/nuit (FS12)

I.2.a. A l'aide du schéma structurel page 6/15 et de la documentation du discriminateur à fenêtre TCA 965 page 13/15:

Calculer V_8 et V_9 permettant d'obtenir $V_j = 0$ V si $E > 12000$ lx et $V_n = 0$ V si $E < 1000$ lx.



II. ETUDE DE LA FONCTION "DETECTION POSITION SOLEIL" (FP2)



II.1 Amplification de différence (FS23)

Voir schéma page 8/12

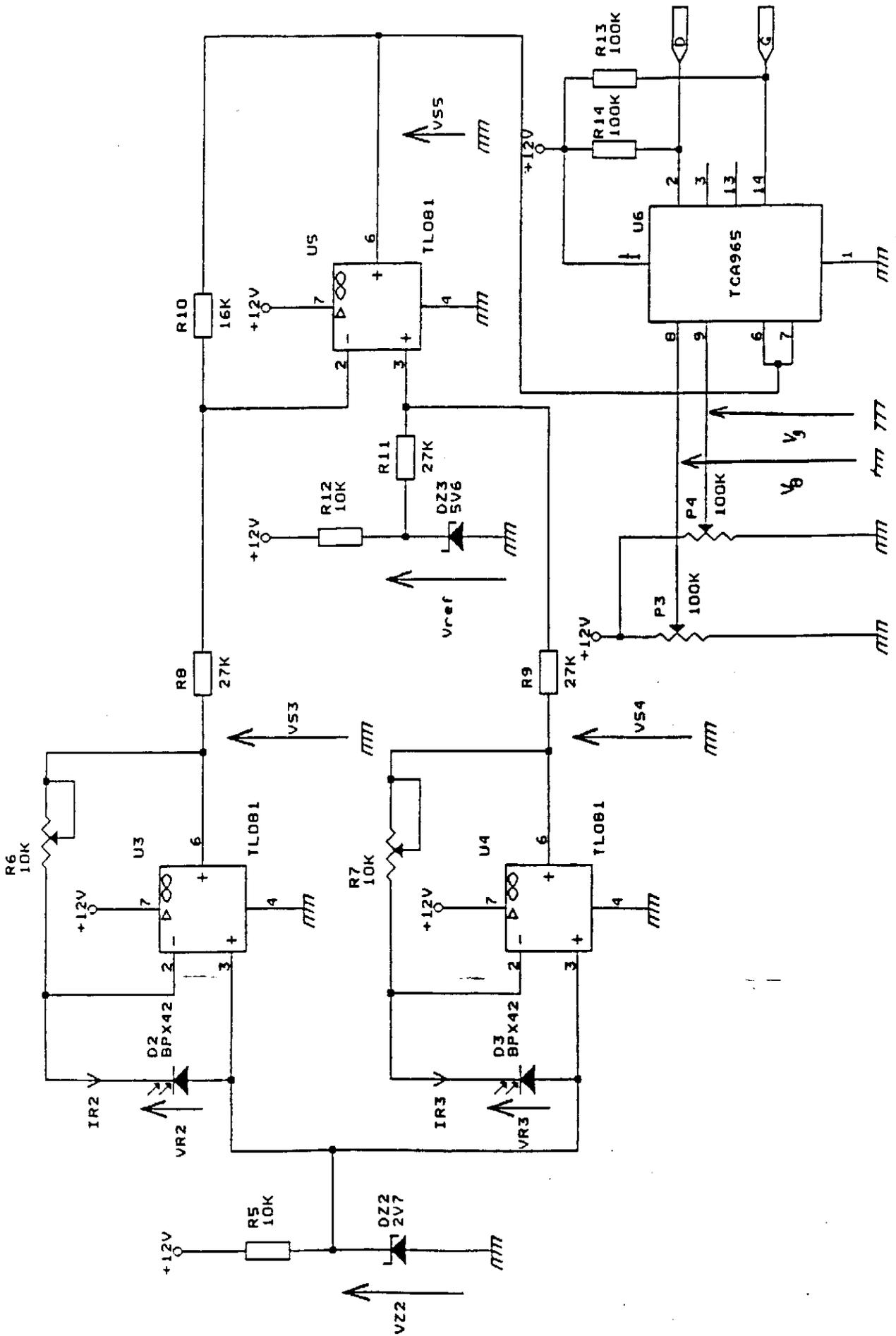
Exprimer la tension de sortie $V_{S5} = f(V_{S3}; V_{S4}; V_{r\text{éf}}; R; R')$.

On posera $R_{11} = R_9 = R_8 = R$ et $R_{10} = R'$

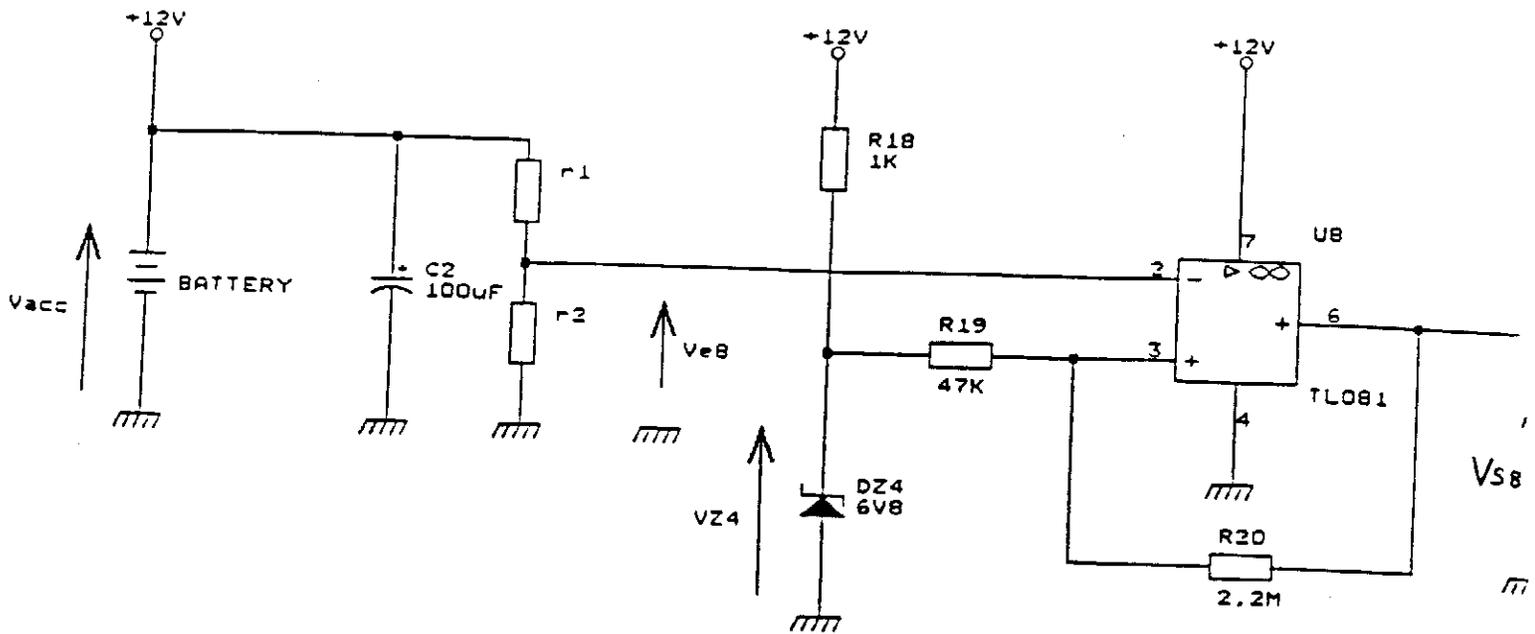
II.2 Indication position soleil (FS24)

Voir schéma page 8/15 et documentation TCA 965 PAGE 13/15

II.2.a. Le centre de la fenêtre étant réglé à $V_g = 5$ V et la demi-largeur à $V_g = 1,125$ V, déterminer les limites de variation de V_{S5} produisant $D = 1$ et $G = 1$ (immobilisation du panneau solaire).



III ETUDE DE LA FONCTION "DETECTION CHARGE BATTERIE" (FP3)



Le moteur ne peut être alimenté que si la tension de charge de la batterie est supérieure à 10,5 V.

III.1. Quelle est la fonction réalisée par U_g ?

III.2. Calculer les seuils de commutation haut (V_H) et bas (V_B).

Le circuit U_g est supposé parfait.

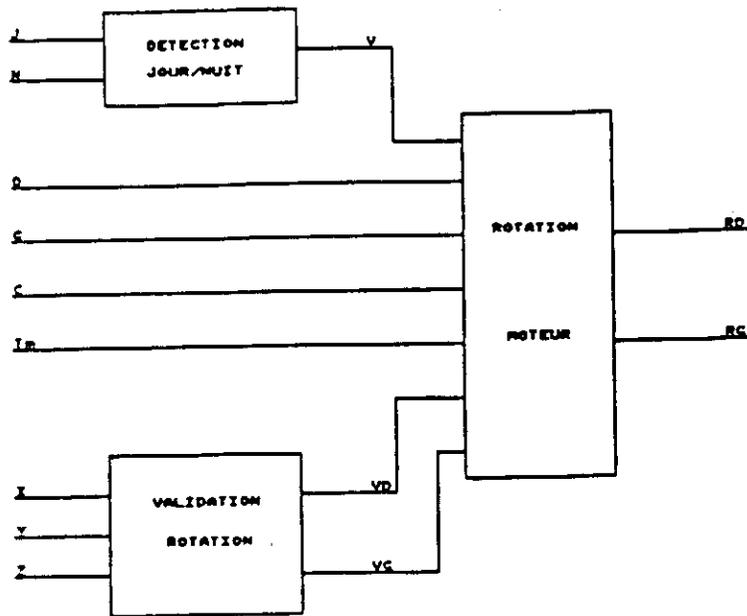
III.3. Donner les valeurs de V_{E8} qui produisent les basculements.

Tracer la caractéristique de transfert $V_{S8} = f(V_{E8})$.

IV.4. Donner l'équation de T_m en fonction des sorties Q_n .

Compléter les chronogrammes page 15/15. On fera apparaître les durées caractéristiques (périodes des sorties Q_n et période de T_m).

V. ETUDE DE LA FONCTION "LOGIQUE DE DÉCODAGE" (EP6)



V.1. Détection jour/nuit

Si $J = 0$ ($E > 1200lx$) ou $N = 0$ ($E < 1000 lx$) la rotation du moteur est validée ($V = 1$).

Donner l'expression logique $V = f(J; N)$.

V.2. Validation rotation

En fonctionnement normal le panneau solaire évolue entre les positions "lever du jour" et "coucher du soleil".

Fin de course			Position du panneau
X	Y	Z	
1	1	0	blocage direction EST
0	1	0	repositionnement en "lever du jour" (rotation droite)
0	1	1	position de repos "lever du jour"
0	0	1	position de repos "coucher du soleil" (rotation gauche)
0	0	0	blocage direction OUEST

Déterminer l'équation logique de V_D (validation de rotation droite) et V_G (validation de rotation gauche) en fonction de X, Y, Z .

De plus, la rotation s'effectue si :

- D = 0 (rotation à droite)
- G = 0 (rotation à gauche)
- C = 0 (charge suffisante)
- $T_m = 1$ (temporisation de mise en service)

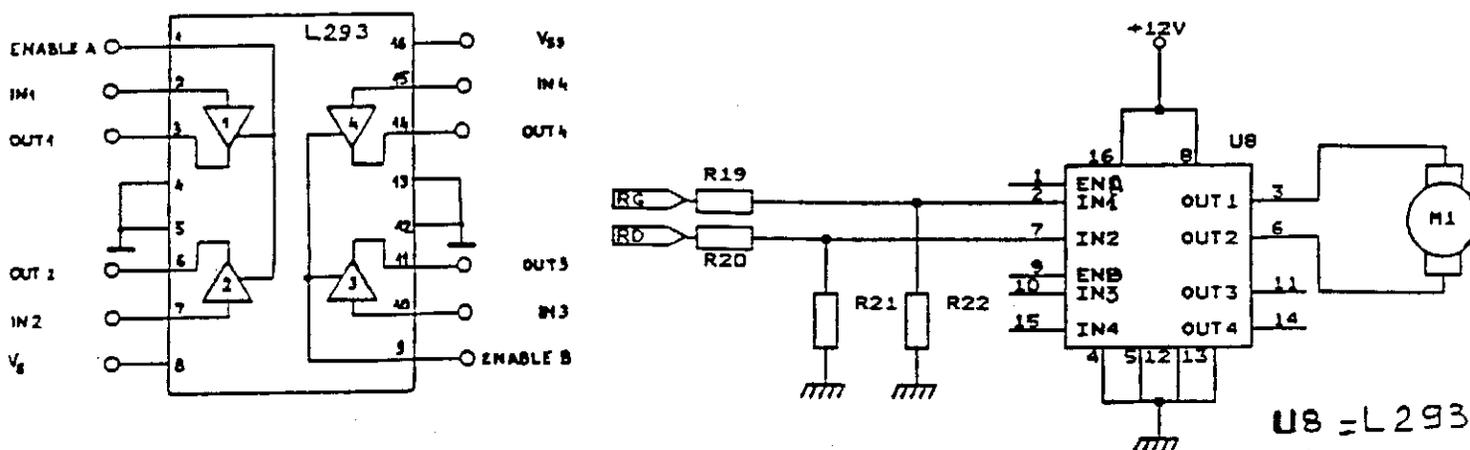
V.3. Donner le logigramme complet des fonctions "Détection J/N" et "Validation rotation" à l'aide de portes logiques ET-NON à nombre d'entrées quelconque.

VI. ETUDE DE LA FONCTION "COMMANDE DE DEPLACEMENT" (FP7)

Le L293 est une interface de puissance constituée de 4 étages drivers pouvant fournir chacun $I_S = 1 A$ sous $V_{OUT} = 36 V$ à des moteurs à courant continu ou moteurs pas à pas.

L'entrée (IN) de chaque driver ainsi que la commande de validation (ENABLE) sont compatibles TTL, et on rappelle que la mise en oeuvre de FP6 est effectuée à l'aide d'opérateurs en technologie C.MOS alimentés sous 12 V.

Les sorties (V_{OUT}) prennent à l'état haut la valeur de V_S (tension d'alimentation) si $V_{SS} = V_S$.



VI.1.

VI.1.a. Comparer, pour les critères suivants, les technologies TTL-LS et C.MOS :

- temps de propagation
- puissance consommée
- immunité aux bruits
- tension d'alimentation.

Justifier l'utilisation des résistances R_{19} , R_{22} , R_{20} , R_{21} .

Donner une valeur numérique pour chacune d'entre elles (on négligera le courant d'entrée des drivers).

VI.1.b. Pourquoi l'entrée EN_A est-elle non connectée ?

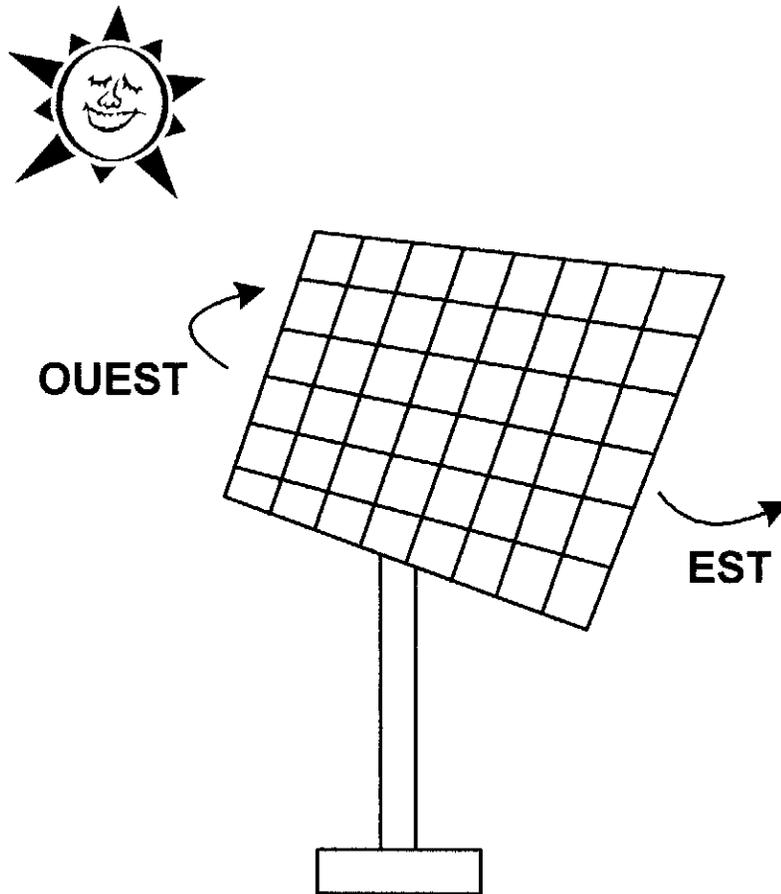
Proposer un schéma dans lequel EN_A n'est plus "en l'air".

VI.2. Le moteur à courant continu a une puissance de 10 W.

Montrer que le circuit L293 permet d'effectuer sa commande.

Dossier technique

Panneau solaire à pilotage automatique



**Extrait du cahier des charges de l'O.T.
Panneau solaire à pilotage automatique :**

- ◆ Afin de limiter la consommation, la rotation du panneau ne sera valide que 20 secondes \pm 3 secondes, avec une périodicité de 15 minutes \pm 3 minutes.
- ◆ La nuit, le système de rotation sera arrêté.
- ◆ Si le niveau de la batterie est inférieur à 10,5 V, le moteur ne peut pas être alimenté.
- ◆ Le soir, lorsque la luminosité est insuffisante, on ramène le panneau en position « *lever du soleil* » (position EST).
- ◆ La température d'utilisation est comprise entre 0°C et 50 °C.

Schéma fonctionnel de niveau 1 de l'O.T. :

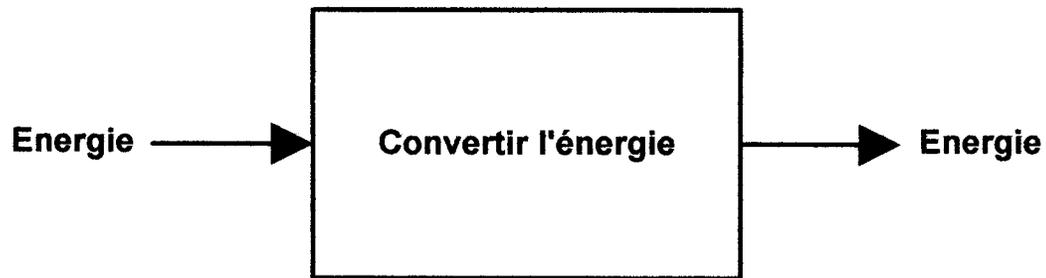
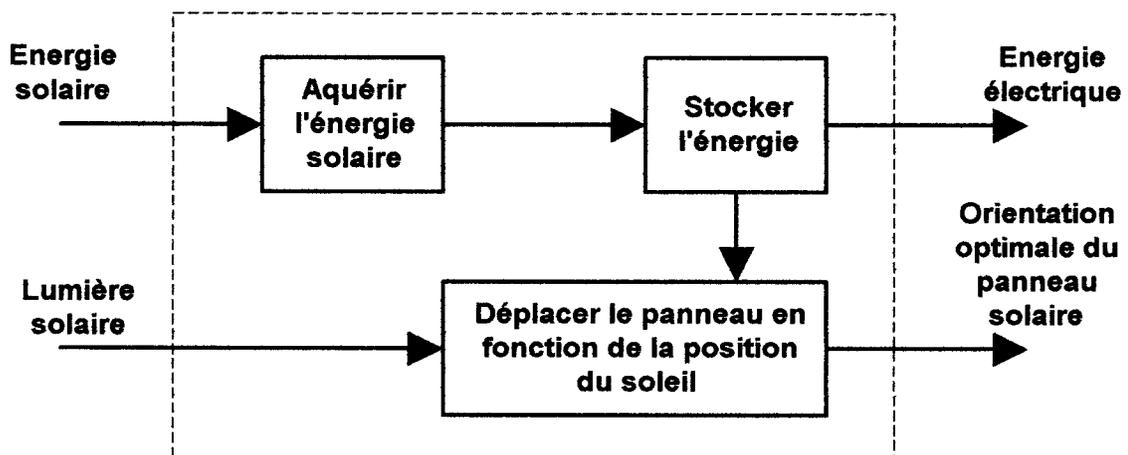


Schéma fonctionnel de niveau 2 de l'O.T. :



Etude de la fonction FP4

Génération du cycle de fonctionnement

FP4 délivre un signal Tm qui permet d'activer ou d'inhiber la rotation du panneau.

- ◆ Si Tm = 1, la rotation est activée
- ◆ Si Tm = 0, la rotation est inhibée

Schéma fonctionnel de degré 2 de FP4 :

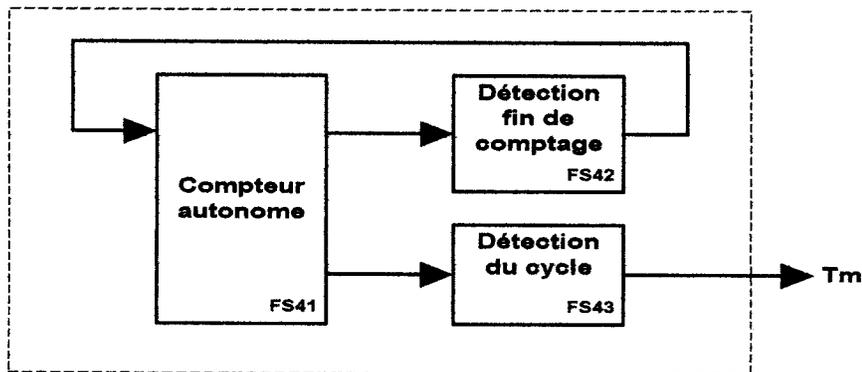
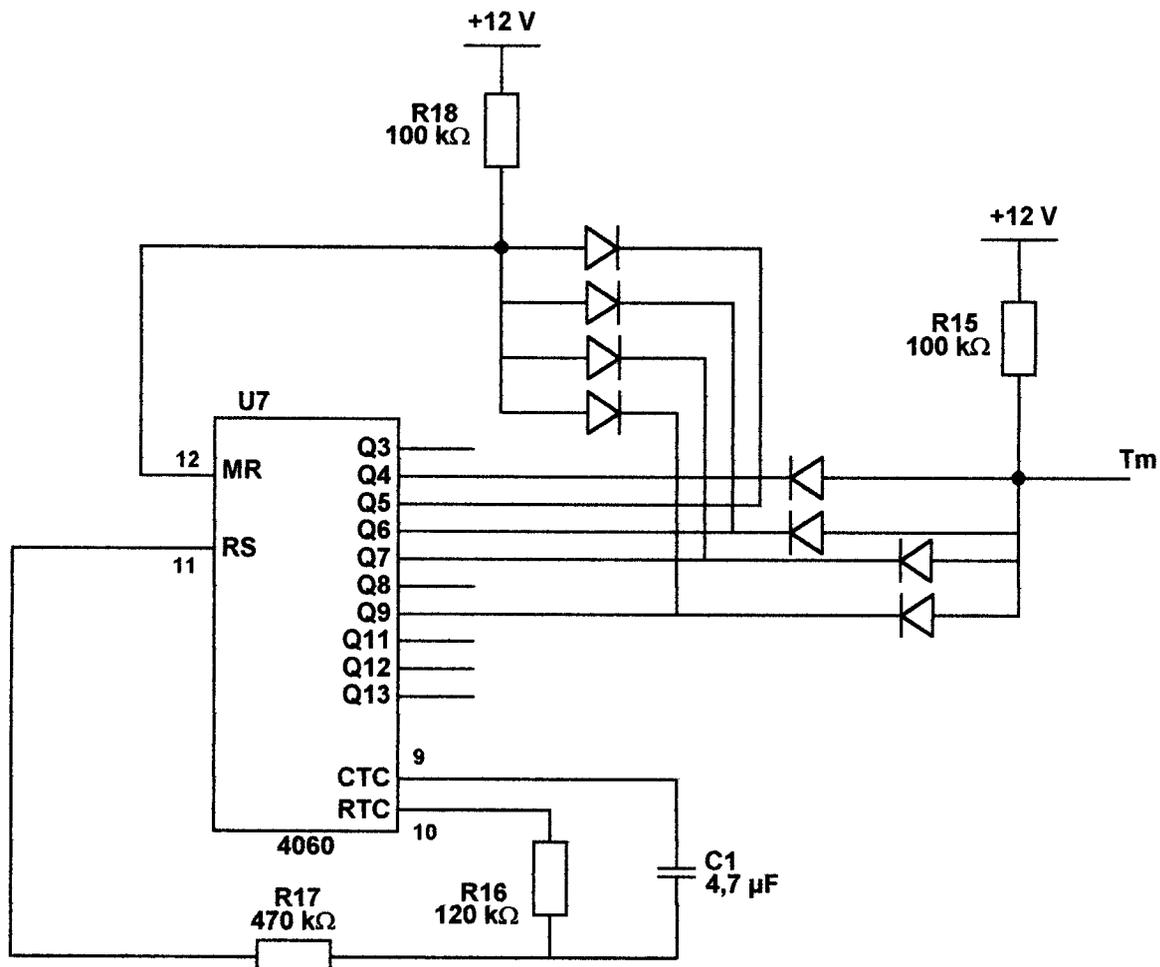


Schéma structurel de FP4



On se propose de valider la structure retenue par le constructeur pour réaliser la fonction FP4.

- 1) *A l'aide du schéma fonctionnel de degré 2, identifier sur le schéma structurel (page 1) les 3 fonctions secondaires de FP4.*
- 2) *Quelle fonction logique réalisent FS42 et FS43 ? En déduire l'équation logique de MR et de Tm en fonction des sorties du compteur.*
- 3) *En utilisant la documentation du circuit 4060, indiquer quel est le rôle des entrées RS et MR, puis calculer la période T_{RS} du signal d'horloge RS.*

- 4) *On veut maintenant détecter la fin de comptage, sachant qu'elle se fera en activant l'entrée MR du circuit 4060.*

Pour cela on complétera les chronogrammes (page 3) en mettant en évidence l'instant où la remise à zéro est effective.

On précise qu'à l'instant t_0 toutes les sorties du compteur sont à 0.

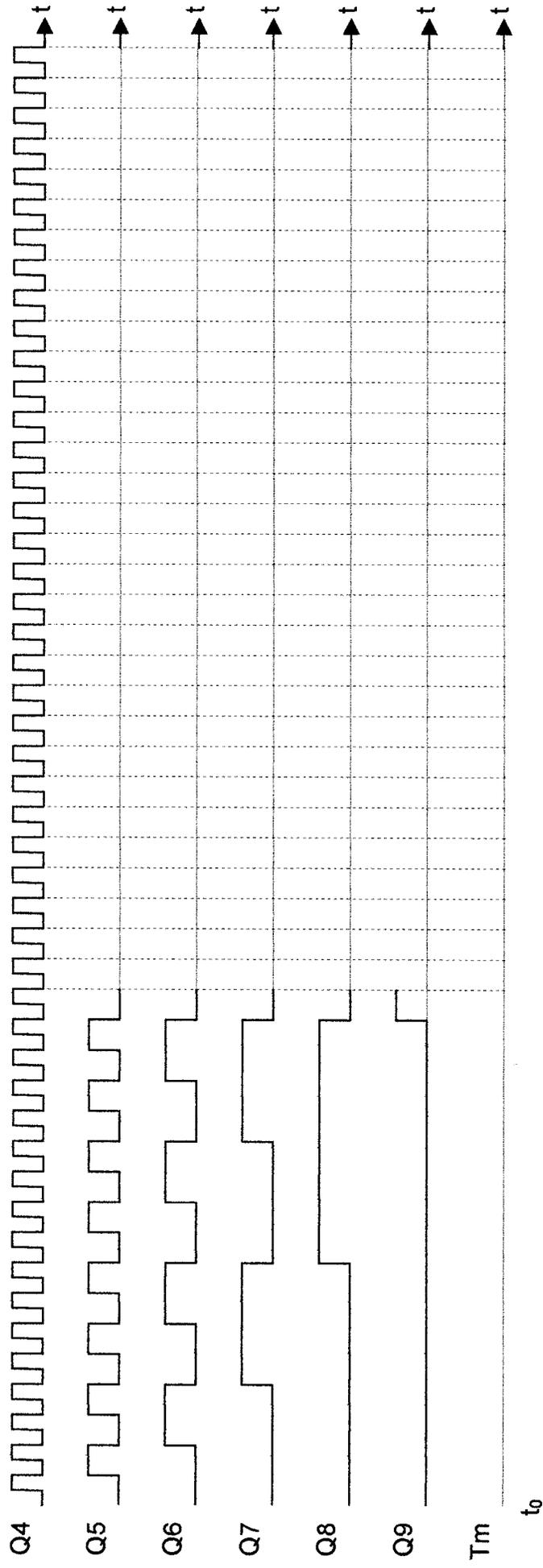
- 5) *Soit t_H le temps haut de Tm (temps d'alimentation du moteur de rotation du panneau solaire), et t_B le temps bas de Tm (temps de pause entre deux rotations du panneau).*

Calculer les valeurs des temps t_H et de t_B , en nombre de périodes d'horloge T_{RS} , puis en secondes et minutes. Ces valeurs sont-elles compatibles avec le cahier des charges de l'objet technique ?

- 6) *On veut maintenant s'assurer que la période du signal Tm est bien comprise dans la limite prévue dans le cahier des charges du panneau solaire ($t_B = 15 \text{ min} \pm 3 \text{ min}$ et $t_H = 20 \text{ s} \pm 3 \text{ s}$). Le concepteur a utilisé une résistance R16 de tolérance 1% et un condensateur C1 de tolérance 10%.*

En tenant compte de ces tolérances, calculer les deux valeurs extrêmes de la période du signal d'horloge, dans les deux cas les plus défavorables : $T_{RS \text{ min}}$ et $T_{RS \text{ max}}$. En déduire que la fonction FP4 satisfait au cahier des charges.

Chronogrammes de la fonction FP4 Génération du cycle de fonctionnement



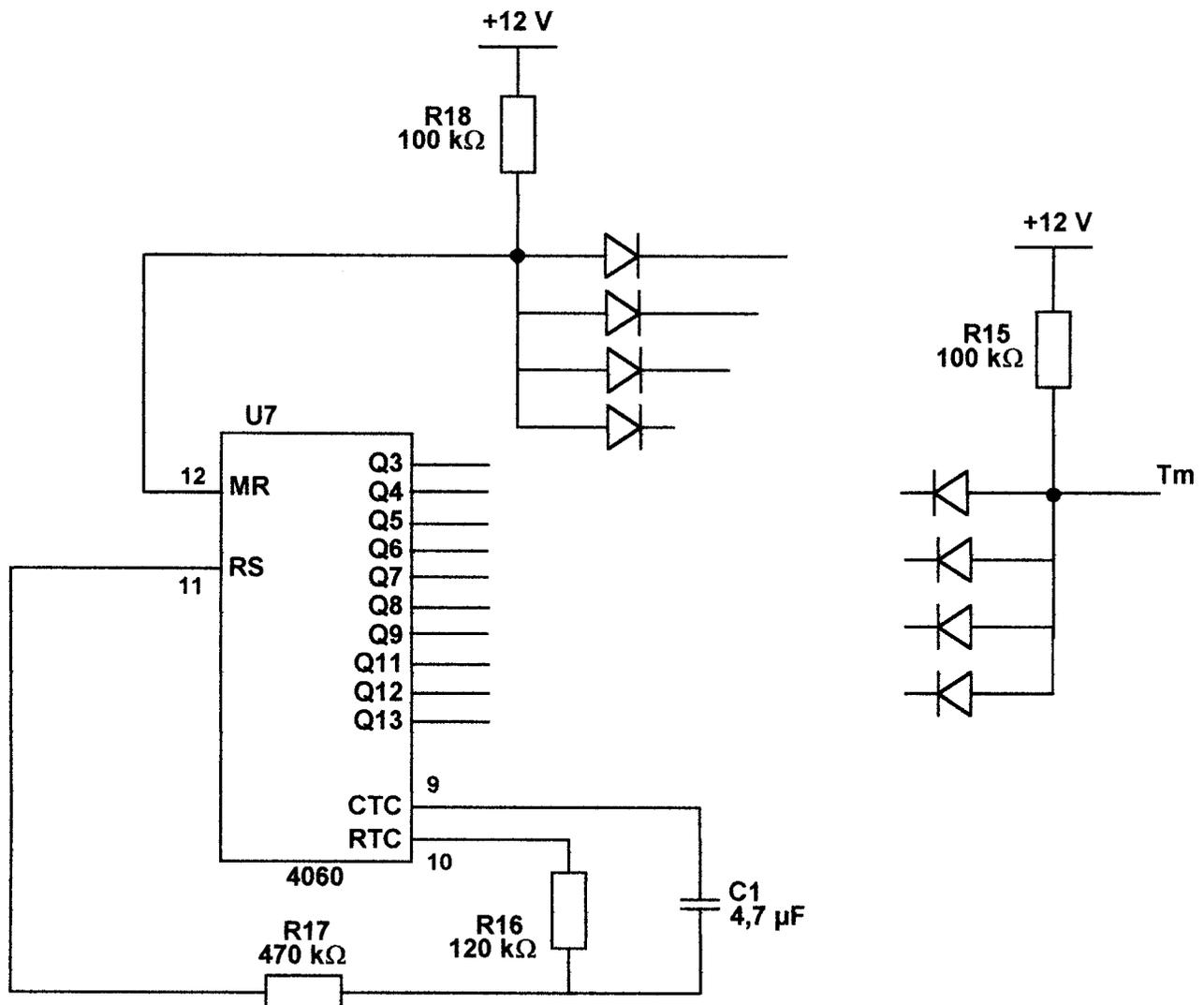
Etude de la fonction FP4 Génération du cycle de fonctionnement

Modification du cahier des charges :

Dans le cadre d'une amélioration apportée à une deuxième génération de ce panneau solaire (moteur moins gourmand en énergie, perfectionnement de la partie mécanique), une périodicité de 8 minutes 30 secondes peut être envisagée. La durée d'alimentation du moteur passe alors à 10 secondes.

7) Retrouver les nouvelles équations de T_m et de MR en fonctions des sorties du compteur, puis compléter le schéma ci-dessous.

Remarque : l'utilisation de toutes les diodes n'est peut être pas obligatoire.



Correction du TD

$$T_{RS} = 2,3 \cdot R_{16} \cdot C_1 = 2,3 \times 120k \times 4,7\mu = 1,3 \text{ seconde}$$

$$1 \text{ période de } Q_0 = 2 \text{ périodes de } RS = 2,6 \text{ secondes}$$

$$1 \text{ période de } Q_1 = 4 \text{ périodes de } RS = 5,2 \text{ secondes}$$

$$1 \text{ période de } Q_2 = 8 \text{ périodes de } RS = 10,4 \text{ secondes}$$

$$1 \text{ période de } Q_3 = 16 \text{ périodes de } RS = 20,8 \text{ secondes}$$

$$1 \text{ période de } Q_4 = 32 \text{ périodes de } RS = 41,6 \text{ secondes}$$

$$1 \text{ période de } Q_5 = 64 \text{ périodes de } RS = 83,2 \text{ secondes} = 1 \text{ minute } 23,2 \text{ secondes}$$

$$1 \text{ période de } Q_6 = 128 \text{ périodes de } RS = 166,4 \text{ secondes} = 2 \text{ min } 46,4 \text{ secondes}$$

$$1 \text{ période de } Q_7 = 256 \text{ périodes de } RS = 332,8 \text{ secondes} = 5 \text{ min } 32,8 \text{ secondes}$$

$$1 \text{ période de } Q_8 = 512 \text{ périodes de } RS = 665,6 \text{ secondes} = 11 \text{ min } 5,6 \text{ secondes}$$

$$1 \text{ période de } Q_9 = 1024 \text{ périodes de } RS = 1331,2 \text{ secondes} = 22 \text{ min } 11,2 \text{ sec}$$

$$1 \text{ période de } Q_{10} = 2048 \text{ périodes de } RS = 2662,4 \text{ secondes} = 44 \text{ min } 22,4 \text{ sec}$$

Valeurs nominales de t_B et de t_H :

$$t_B = 1 \text{ période } Q_8 + 1 \text{ période } Q_6 + 1 \text{ période } Q_5 + 1 \text{ période } Q_3 = 936 \text{ secondes} = 720 \text{ périodes de l'horloge } RS = 15 \text{ minutes } 36 \text{ secondes}$$

$$t_H = 1 \text{ période de } Q_3 = 16 \text{ périodes de l'horloge } RS = 20,8 \text{ secondes}$$

Valeurs maximales de T_{RS} , t_B , et t_H :

$$R_{16} = 120 \text{ k} + 1\% = 121,2 \text{ k}$$

$$C_1 = 4,7 \mu + 10\% = 5,17 \mu$$

$$\text{Donc } T_{RS} \text{ max} = 2,3 \times 121,2 \text{ k} \times 5,17 \mu = 1,44 \text{ seconde}$$

$$t_B \text{ max} = 720 \times 1,44 = 1037 \text{ secondes} = 17 \text{ minutes } 17 \text{ secondes}$$

$$t_H \text{ max} = 16 \times 1,44 = 23 \text{ secondes}$$

Valeurs minimales de T_{RS} , t_B , et t_H :

$$R_{16} = 120 \text{ k} - 1\% = 118,8 \text{ k}$$

$$C_1 = 4,7 \mu - 10\% = 4,23 \mu$$

$$\text{Donc } T_{RS} \text{ min} = 2,3 \times 118,8 \text{ k} \times 4,23 \mu = 1,16 \text{ seconde}$$

$$t_B \text{ min} = 720 \times 1,16 = 835 \text{ secondes} = 13 \text{ minutes } 55 \text{ secondes}$$

$$t_H \text{ min} = 16 \times 1,16 = 18,5 \text{ secondes}$$

Question 7

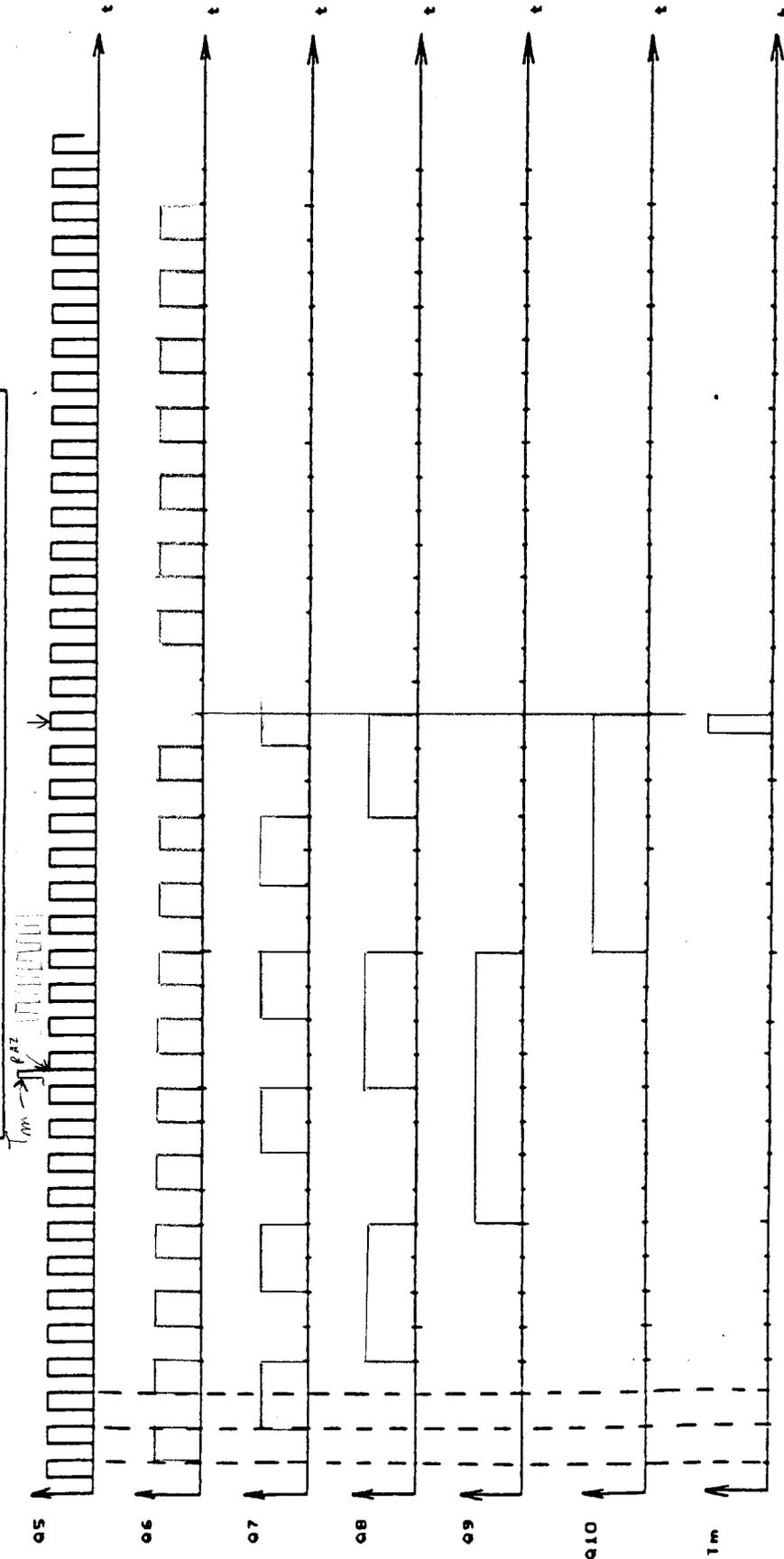
$$T_m = Q_8 \cdot Q_7 \cdot Q_3$$

$$M_R = Q_8 \cdot Q_7 \cdot Q_4$$

$$t_B = 3 \text{ périodes de } Q_6 + 1 \text{ période de } Q_2 = 3 \times 166,4 + 10,4 = 509,6 \text{ secondes} \\ = 8 \text{ minutes } 29,6 \text{ secondes}$$

$$t_H = 1 \text{ période de } Q_2 = 10,4 \text{ secondes}$$

CHRONOGRAMMES: GENERATION DU CYCLE DE FONCTIONNEMENT



$T_m = Q_5, Q_7, Q_8, Q_{10}$ $RESET = Q_6, Q_7, Q_8, Q_{10}$

SORTIES	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q12	Q13	Q14
PERIODE	19,8	39,7	79,4	158,8	317	635	1270	5082	10164	20328
		1'19" 2'38"		5'17" 10'35"	21'10"	24'42"	49'24"	5H		
										128 Condules

Calculs autour du 4060:

$$T_H = 2,2 \cdot R_{16} \cdot C_1 = 2,2 \cdot 120 \cdot 10^3 \cdot 4,7 \cdot 10^{-6} = 1,24 \text{ s}$$

T_m = impulsion de 19,8 s toute les 14 min 52 s
(20 s, toutes les 15 minutes).

Precision de T_m :

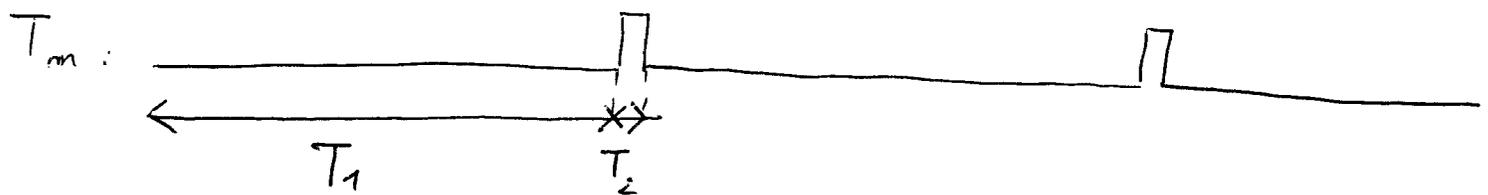
$$\left. \begin{array}{l} R_{16} \rightarrow 5\% \\ C_1 \rightarrow 10\% \end{array} \right\} \text{ donc } T_H \text{ est donnée } \pm 15\%$$

$$1,24 \text{ s} \pm 15\% \rightarrow 1,054 \text{ s} < T_H < 1,426 \text{ s}$$

T_m est aussi donnée $\pm 15\%$ par :

$$19,8 \text{ s} \pm 15\% \rightarrow 16,83 \text{ s} < T_2 < 22,77 \text{ s}$$

$$14'52'' \pm 15\% \rightarrow 12'38'' < T_1 < 17'06''$$



Ce document a été téléchargé sur le site

www.gecif.net

Retrouvez une collection complète de documents pédagogiques sur le site
www.gecif.net :

Cours
T.P.
T.D. avec correction
Evaluation avec correction
Sujets d'examen

Dans les matières électronique et Sciences de l'Ingénieur et pour les classes :

Seconde I.S.I.
Première et Terminale S.T.I. Electronique
Première et Terminale S option S.I.
B.T.S. électronique

A bientôt sur Gecif.net

*Le site Gecif.net est administré par Jean-Christophe MICHEL
Adresse mail : jc@gecif.net*