

SESSION 1996

F B L P1

S U J E T

PHYSIQUE ET PHYSIQUE APPLIQUEE

Coefficient: 2
Durée: 2 heures

SYSTEME D'OUVRE-PORTES AUTOMATIQUE D'UN GARAGE
--

Le système étudié est un **dispositif** de motorisation pour porte de garage basculante.
Il comprend un moteur **actionné** grâce à une télécommande ou une commande murale et intègre un ensemble de **sécurités électriques** ou mécaniques.

En appuyant sur une des commandes, on déclenche l'ouverture ou la fermeture de la porte.
En cas d'obstacle, la porte s'arrête et son mouvement s'inverse. Elle interrompt de toute façon son mouvement si le cycle d'ouverture ou de fermeture dure plus de 22 s.
Le moteur cesse d'être alimenté quand une barrière lumineuse est coupée.

Remarque :

Le problème étudie certains éléments du système. Les **cinq parties** A, B, C, D, E sont indépendantes.

A - Etude de la temporisation (figure 1). (4,5 points)

Le montage construit autour d'un circuit intégré constitue un monostable. Il remplit une fonction de temporisation.

1) Le monostable est déclenché par une impulsion de commande appliquée sur l'entrée H, entraînant alors immédiatement la charge du condensateur (initialement déchargé).

Sur le document 1, sont visualisés :

- le signal de sortie Q du circuit intégré.
- la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur C.

Déterminer :

- la durée t_1 de l'état haut du signal de sortie Q
- le rapport cyclique α du signal Q
- la valeur U_1 de $u_c(t)$ qui remet la sortie Q à 0.

2) Entre les instants 0 et t_1 , le courant rentrant par l'entrée A du circuit intégré est nul.

2.1) A quelle équation différentielle obéit la tension $u_c(t)$?

2.2) On admet que la tension $u_c(t)$ peut se mettre sous la forme :

$u_c(t) = V_T(1 - e^{-t/\tau})$; τ étant la constante de temps du circuit. Préciser l'expression de τ en fonction des éléments du montage.

2.3) Sachant que $C = 47 \mu\text{F}$ et $V_T = 5\text{V}$, déterminer la valeur de la résistance R correspondant à la temporisation souhaitée.

3) Quelle est la durée minimale séparant deux impulsions de commande consécutives ?

B - La commande du moteur (figure 2) (4 points)

Le moteur de la porte est alimenté par l'intermédiaire d'un interrupteur constitué par l'association d'un transistor bipolaire et d'un relais. Au repos, le relais est ouvert.

- Caractéristiques du relais : tension d'alimentation $U_c = 24\text{V}$, résistance de la bobine $r = 0,7\text{k}\Omega$.

- Caractéristiques du transistor : gain β compris entre 100 et 300

$$V_{\text{BEsat}} = 0,7\text{V}$$

$$V_{\text{CEsat}} = 0\text{V}$$

- On donne $V_R = 24\text{V}$

- 1) Quel est l'état du transistor quand la porte est en mouvement ?
Quelle est alors la valeur de v_B , sachant que v_B est la tension issue de la sortie Q du montage étudié précédemment ?
- 2) Quelle est la valeur de l'intensité du courant d'enclenchement du relais ?
- 3) On veut assurer la commande du moteur quel que soit le β du transistor. Quelle valeur maximale doit-on donner à la résistance R_B ?
- 4) Quel est le rôle de la diode D ?

C - Le moteur (3,5 points)

Le moteur d'entraînement de la porte est un moteur asynchrone à 8 pôles alimenté par un réseau **monophasé** 220V / 50Hz. Il développe en fonctionnement une puissance nominale égale à 250 W. Son glissement est 7%, son facteur de puissance 0,7.

- 1) Quel type de conversion de puissance effectue le moteur ?
- 2) Déterminer :
 - la vitesse de synchronisme du moteur
 - la vitesse de rotation du moteur
 - le couple utile nominal développé
 - le couple résistant exercé par la porte.
- 3) Le moteur fonctionnant avec un rendement nominal égal à 80%, calculer l'intensité du courant qui le traverse.
20% de la puissance absorbée ont été perdues. Préciser quelles sont les différentes sortes de pertes.

D - L'obtention de la tension V_R (figure 3) (5 points)

Un transformateur alimenté par le secteur 220V / 50Hz fournit au pont de diodes la tension u_2 . Les diodes sont supposées idéales.

- 1) Quel type de conversion réalise le montage de la figure 3 ?
- 2) K est ouvert :
 - 2.1) A partir des courbes du document 2, déterminer la valeur maximale de la tension V_R . En déduire le rapport de transformation m du transformateur.
 - 2.2) Rappeler la formule donnant l'expression de la valeur moyenne de V_R , notée $V_{R\text{moy}}$. En déduire la valeur numérique de $V_{R\text{moy}}$.
- 3) K fermé : expliquer le rôle du condensateur.

4) On désire visualiser V_R à l'oscilloscope.

4.1) Placer sur un schéma les branchements nécessaires à cette observation.

4.2) Préciser pour chacun des trois graphes (fig. a ; fig. b ; fig. c) présentés dans le document 2 :

- si K est ouvert ou fermé
- si la voie de l'oscilloscope est configurée en DC ou en AC.

4.3) Dédire de ces graphes la valeur moyenne de V_R quand K est fermé.

E - Un dispositif de sécurité (figure 4) (3 points)

Le phototransistor T fonctionne en commutation, $V_{CEsat} = 0$.

L'amplicateur opérationnel AO alimenté en 0, + 15V est supposé parfait. Les trois résistances R sont identiques, égales à $10\text{ k}\Omega$.

Quand la barrière lumineuse est « coupée », le phototransistor n'est pas éclairé.

1) Dans quel état se trouve-t-il alors ?

2) Déterminer les potentiels v_- et v_+ des entrées de l'AO.

3) En déduire le potentiel v_s de la sortie. Justifier votre réponse.

Selon vous, le moteur tourne-t-il dans ce cas ?

4) Quand le phototransistor est éclairé, quel est le potentiel v_s de la sortie ? Justifier votre réponse. Que fait alors le moteur ?

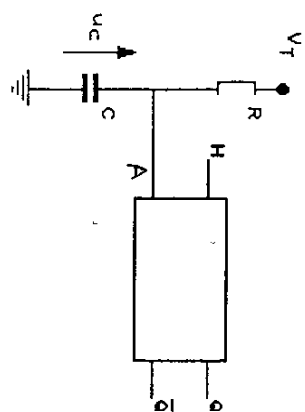


Figure 1

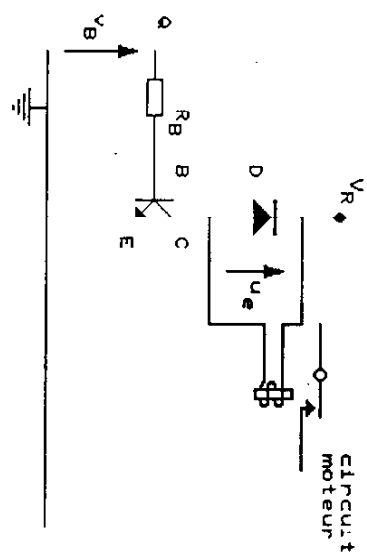


Figure 2

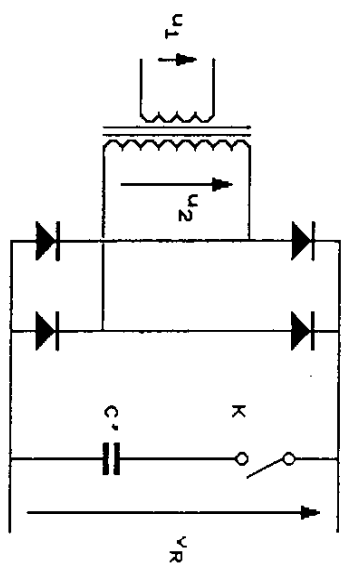


Figure 3

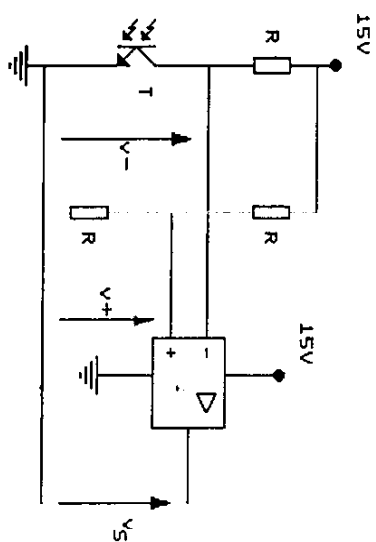


Figure 4

DOCUMENT 1

impulsion
de
commande

nouvelle
impulsion
de commande

(2
(V)

1

u_c
(V)

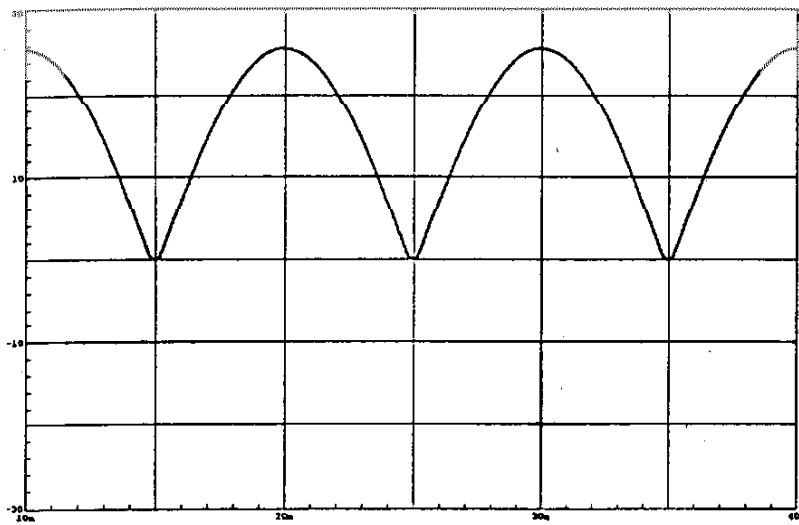
1

t

t (s)

t (s)

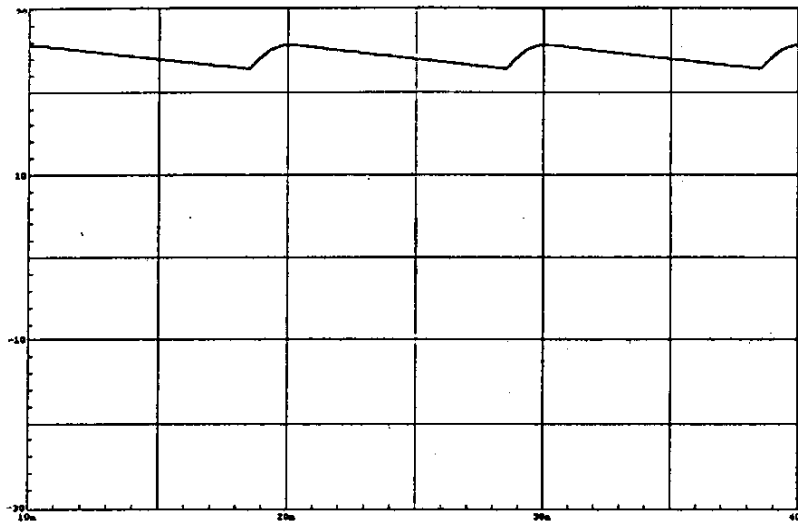
DOCUMENT 2



X : 1 division = 5 ms

Y : 1 division = 10 V

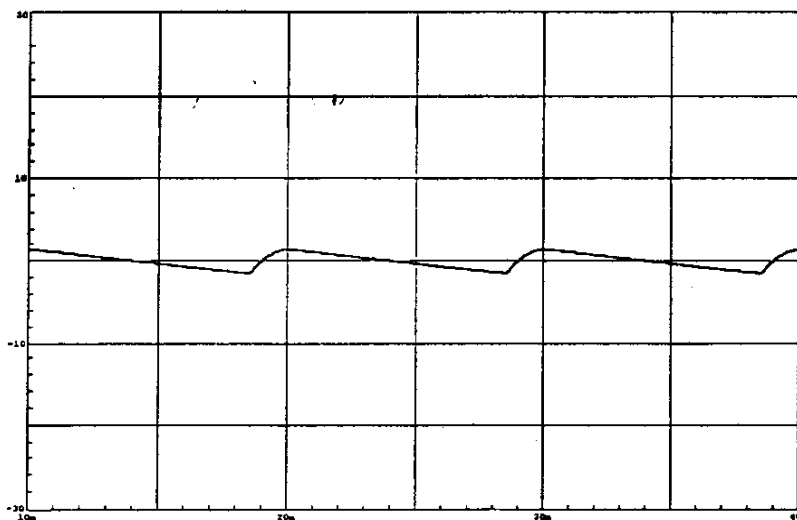
Fig. a



X : 1 division = 5 ms

Y : 1 division = 10 V

Fig. b



X : 1 division = 5 ms

Y : 1 division = 10 V

Fig. c