## **BACCALAURÉAT**

## SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES

## Spécialité génie électronique

## Session 2010

# Étude des Systèmes Techniques Industriels

## ARROSEUR CONTRÔLÉ

# Électronique

Durée Conseillée : 4h30

Lecture du sujet :

20 min

Partie A:

20 min

Partie B:

45 min

Partie C:

45 min

Partie D:

40 min

Partie E:

50 min

Partie F:

50 min

#### SUJET

#### Note:

- le symbole  $\Omega$  n'apparaît pas dans l'indication de la valeur des résistances :

120 correspond à 120  $\Omega$ .

3.9k ou 3k9 correspond à 3,9 k $\Omega$ .

1M correspond à 1 M $\Omega$ .

- le symbole F n'apparaît pas dans l'indication de la valeur des condensateurs :

100U correspond à 100 µF.

## Partie A: analyse fonctionnelle

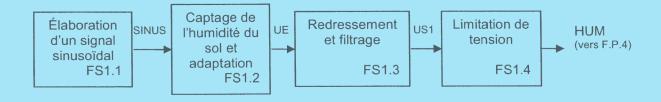
- Q1. Citer les 3 paramètres que la centrale d'arrosage mesure avant d'arroser et préciser la raison pour laquelle il ne faut pas arroser une pelouse quand il y a du soleil.
- Q2. Citer les fonctions principales réalisées électroniquement et les fonctions principales réalisées mécaniquement.
- Q3. Préciser par quel type de communication l'utilisateur commande la centrale d'arrosage.
- **Q4.** Indiquer les durées des cycles d'arrosage programmables par l'utilisateur à distance et préciser les 2 paramètres que l'utilisateur peut consulter à distance.

#### Partie B: étude de F.P.1 « mesure de l'humidité »

# L'objectif de l'étude est de montrer que la tension de sortie de F.P.1 est proportionnelle à l'humidité du sol.

Une détection du taux d'humidité est réalisée à l'aide d'une sonde hygrométrique. Celle-ci est constituée de deux cylindres en inox de diamètre 10 mm plantés dans le sol de la pelouse. La sonde reçoit un signal sinusoïdal de 500 Hz et renvoie un signal plus ou moins atténué en fonction de l'humidité du sol.

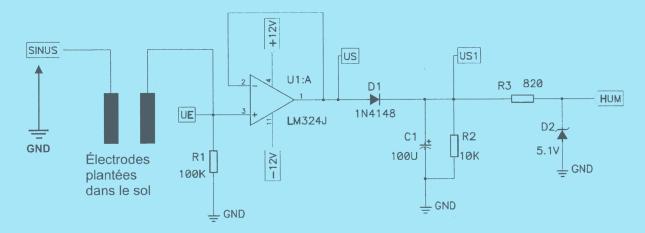
La fonction principale F.P.1 peut se décomposer selon le schéma fonctionnel suivant :



La fonction FS1.1 élabore un signal sinusoïdal de fréquence 500 Hz, elle ne sera pas étudiée.

| Bac Génie Électronique<br>Session 2010 | Étude d'un Système Technique Industriel | Page C1 sur 8 |  |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|--|
| 10IEELME1                              | Sujet Électronique                      |               |  |

#### Schéma structurel de FS1.2, FS1.3 et FS1.4



#### Étude de FS1.2 : « captage de l'humidité du sol et adaptation »

La résistance présente entre les 2 électrodes varie en fonction de l'humidité du sol, plus le sol est humide plus la résistance entre les électrodes est faible. Cette résistance entre les électrodes et la résistance R1 forment un pont diviseur.

- Q5. Établir la relation entre UE et SINUS (on nommera R<sub>SOL</sub> la résistance entre les 2 électrodes) et compléter le tableau (page CR1).
- Q6. Établir la relation reliant la tension de sortie US à la tension UE de l'amplificateur opérationnel U1:A. Préciser le nom et l'utilité de ce montage.

### Étude de FS1.3 : « redressement et filtrage »

- Q7. Citer le nom du composant réalisant la fonction redressement et le nom du composant réalisant la fonction filtrage.
- Q8. Justifier la charge instantanée du condensateur C1 et calculer sa constante de temps de décharge (on considère que le courant dans R3 est nul).

#### Étude de FS1.4 : « limitation de tension »

La tension HUM entre dans la fonction principale F.P.4 « gestion de la communication et autorisation d'arrosage ». Cette fonction est réalisée par un microcontrôleur alimenté en 5 V, il faut donc limiter la tension présente sur les entrées aux alentours de cette valeur.

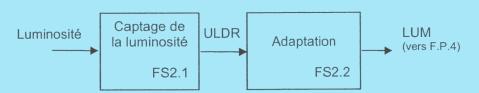
- Q9. D'après le schéma structurel, indiquer à quelle valeur la tension HUM sera limitée.
- Q10. Soit une tension de 12 V présente en entrée de la structure composée de R3 et D2, calculer le courant circulant dans D2, en déduire la puissance dissipée par la diode zener puis vérifier sur la documentation de la diode zéner (page CAN1) que celle-ci peut supporter cette puissance.
- Q11. Tracer (page CR1) le signal sinusoïdal alternatif SINUS (fréquence 500 Hz, amplitude 6 V) puis les signaux UE, US, US1 et HUM dans les conditions suivantes :  $R_{SOL}$ =10 k $\Omega$  et  $V_{FD1}$ =0,6 V. Préciser la tension  $V_{MAX}$  pour chacun des signaux.

| Bac Génie Électronique<br>Session 2010 | Étude d'un Système Technique Industriel | Page C2 sur 8 |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|
| 10IEELME1                              | Sujet Électronique                      |               |

#### Partie C: étude de F.P.2 « mesure de la luminosité »

L'objectif de l'étude est de montrer que la tension de sortie de F.P.2 est proportionnelle à la luminosité et de suivre le cheminement de l'information jusqu'à F.P.4.

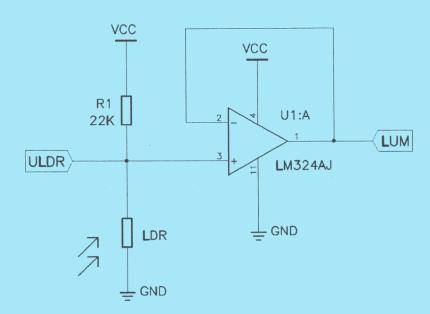
La fonction principale F.P.2 peut se décomposer selon le schéma fonctionnel suivant :



#### Schéma structurel de FS2.1 et FS2.2

VCC = 5 V

http://stielectronique.free.fr/STI Le site de terminale STI electronique



- **Q12.** Relever sur la documentation de la photorésistance LDR (page **CAN1**) la valeur de la résistance arrondie (100  $\Omega$ , 1 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$ , 100 k $\Omega$ , 1 M $\Omega$ , 10 M $\Omega$  ou 100 M $\Omega$ ) quand l'éclairement est de 1 lux puis de 1000 lux. On relèvera la valeur arrondie située entre la courbe min et la courbe max.
- Q13. Exprimer ULDR en fonction de VCC, LDR et R1 puis calculer la valeur de ULDR pour un éclairement de 1 lux puis de 1000 lux (VCC = 5 V).

L'information LUM entre sur le microcontrôleur PIC16F877.

- Q14. D'après le schéma de F.P.4 (page CAN6) et la documentation du PIC16F877 (page CAN2) relever le type de l'entrée où est raccordée l'entrée LUM. Préciser pourquoi il est indispensable que le signal LUM entre sur ce type d'entrée.
- Q15. Relever sur la documentation du PIC16F877 (page CAN2) la résolution du convertisseur analogique numérique.
- Q16. Calculer le quantum du convertisseur sachant que la tension maximale d'entrée est de 5 V.

| Bac Génie Électronique<br>Session 2010 | Étude d'un Système Technique Industriel | Page C3 sur 8 |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|
| 10IEELME1                              | Sujet Électronique                      |               |

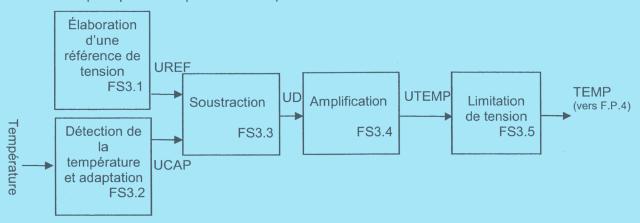
On considère que l'on ne doit pas arroser au-delà d'un éclairement de 100 lux.

- Q17. Calculer la valeur analogique de ULDR et la valeur numérique correspondante (ULDRnum) en sortie du convertisseur pour un éclairement de 100 lux (on prendra  $R_{LDR}$ =10 k $\Omega$ , VCC=5 V).
- Q18. Compléter l'algorigramme (page CR2) qui correspond à la tâche de F.P.4 concernant l'autorisation d'arrosage pour l'éclairement : il faut compléter le losange avec la valeur numérique de ULDRnum et les 2 rectangles avec '1' si il y a autorisation d'arrosage et '0' dans le cas contraire.

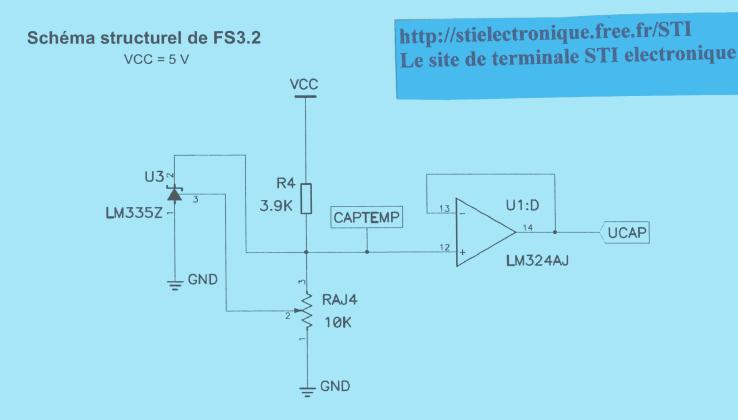
## Partie D: étude de F.P.3 « mesure de la température »

L'objectif de l'étude est de montrer que la tension de sortie de F.P.3 est proportionnelle à la température.

La fonction principale F.P.3 peut se décomposer selon le schéma fonctionnel suivant:



La fonction FS3.1 fournit une tension fixe, elle ne sera pas étudiée.



| Bac Génie Électronique<br>Session 2010 | Étude d'un Système Technique Industriel | Page C4 sur 8 |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|
| 10IEELME1                              | Sujet Électronique                      |               |

Le composant LM335Z est le capteur de température, la résistance ajustable RAJ4 associée permet le calibrage du captage de température.

- Q19. Relever sur la documentation du capteur de température LM335Z (page CAN2) la sensibilité en mV/K.
- **Q20.** Sachant que 0°C = 273 K, calculer la tension de sortie CAPTEMP du capteur de température si la température est de 0°C.
- **Q21.** Calculer la tension de sortie UCAP si la température extérieure est de 35°C (cas où il ne faut pas arroser).

#### Schéma structurel de FS3.3 et FS3.4

VDD = +12 V et VEE = -12 V RAJ2 R9 R10 10K 47K 47K ± GND **VDD** R5 R6 UREF 10K 10K U1:A U1:B **UTEMP** UD LM324AJ LM324AJ VEE **R8** 10K - GND

- Q22. En considérant R5 = R6 = R7 = R8 = R, exprimer UD en fonction de UREF et UCAP.
- Q23. FS3.4 permet l'amplification du signal UD, exprimer UTEMP en fonction de UD.
- Q24. Calculer la valeur de RAJ2 si on veut amplifier 10 fois le signal UD.
- Q25. Compléter le tableau (page CR2).

# Partie E: étude de F.P.4 « gestion de la communication et autorisation d'arrosage »

L'objectif de l'étude est de vérifier que les 2 composants programmables choisis permettent d'assurer la communication Internet et le traitement des données.

Les 3 informations représentatives de l'humidité (HUM), de la luminosité (LUM) et de la température (TEMP) entrent dans FP4 pour être traitées et autoriser ou non l'arrosage.

Grâce à une liaison éthernet, l'utilisateur distant paramètre la centrale d'arrosage (arrêt, marche, durée des cycles d'arrosage).

La page web embarquée est mémorisée dans le composant « webserveur SP1 » et a une taille de 42 koctets, images comprises.

On accède à la page web à l'aide d'une adresse IP (Internet Protocol) depuis un ordinateur distant connecté à Internet.

| Bac | Génie Électronique<br>Session 2010 | Étude d'un Système Technique Industriel | Page C5 sur 8 |
|-----|------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|
|     | 10IEELME1                          | Sujet Électronique                      |               |

- **Q26.** Relever sur le schéma de la partie informatique (page **CAN6**) la référence du microcontrôleur et la référence du composant qui gère la communication Internet.
- Q27. Indiquer la fréquence de l'horloge du microcontrôleur d'après le quartz utilisé et vérifier si il y a compatibilité avec la valeur de fréquence maximale indiquée sur la documentation du microcontrôleur utilisé (page CAN2).
- **Q28.** Relever sur la documentation du microcontrôleur utilisé (page **CAN2**) le nombre d'entrées analogiques possibles, le comparer aux nombres d'entrées nécessaires pour la centrale d'arrosage et indiquer si le microcontrôleur convient.
- **Q29.** Relever sur la documentation du microcontrôleur utilisé (page **CAN2**) la capacité de la mémoire programme FLASH et la capacité de la mémoire de données EEPROM.
- Q30. La mémoire programme FLASH se divise en 4 zones de capacité identique de l'adresse \$0000 à \$1FFF, compléter le tableau (page CR3).
- Q31. Relever sur le schéma de la partie informatique (page CAN6) le type de connecteur permettant la connexion au réseau Internet.
- Q32. Relever sur la documentation du composant « webserveur SP1 » (page CAN3) la capacité de la mémoire hébergeant les pages web et vérifier que celle-ci est suffisante par rapport au besoin.
- Q33. Indiquer quel doit être le niveau de la broche 1 du composant IC2 « webserveur SP1 » pour allumer la led D1 et ce que signale le composant IC2 à l'utilisateur quand cette led s'allume.
- Q34. Indiquer le type de liaison qui assure la communication entre le microcontrôleur et le « webserveur SP1 » et préciser la vitesse maximale possible de communication entre ces deux composants.
- Q35. Parmi les protocoles supportés par le « webserveur SP1 » (page CAN3), indiquer celui utilisé dans la centrale d'arrosage.
- Q36. L'adresse IP (Internet Protocol) de la centrale d'arrosage est par exemple 199.34.57.20, chacune de ces 4 valeurs correspond à un codage décimal de 8 bits, compléter le tableau réponse (page CR3) en indiquant la valeur des 32 bits (4 X 8 bits). Le code 20 est déjà traduit sur le document.

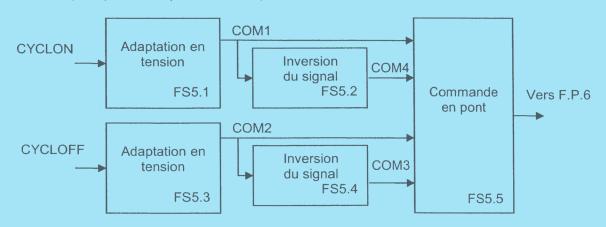
### Partie F: étude de F.P.5 « adaptation en puissance »

# L'objectif de l'étude est de montrer que F.P.5 permet de commander l'électrovanne à partir des signaux issus du microcontrôleur.

Le microcontrôleur fournit 2 signaux CYCLON et CYCLOFF dont les niveaux de tension et de puissance sont insuffisants pour alimenter l'électrovanne. L'étude de cette partie a pour but de montrer que F.P.5 remplit bien sa fonction de commande de l'électrovanne.

L'électrovanne est une électrovanne à impulsions, c'est-à-dire qu'une impulsion à +12 V ouvre l'électrovanne et la laisse ouverte jusqu'à ce qu'une impulsion à -12 V la ferme et la laisse fermée. CYCLON signifie début d'un cycle d'arrosage et CYCLOFF fin d'un cycle d'arrosage.

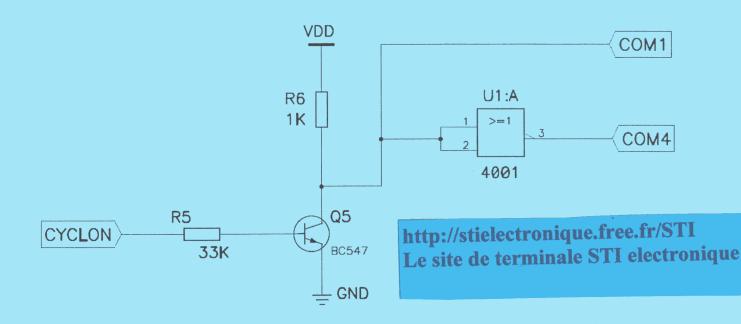
La fonction principale F.P.5 peut se décomposer selon le schéma fonctionnel suivant :



| Bac Génie Électronique<br>Session 2010 | Étude d'un Système Technique Industriel | Page C6 sur 8 |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|
| 10IEELME1                              | Sujet Électronique                      |               |

#### Schéma structurel de FS5.1 et FS5.2

Remarque: FS5.3 et FS5.4 ont le même schéma structurel.



VDD = 12 V, CYCLON = 0 V ou 5 V, Q5 est un transistor BC547C, U1:A est un 4001 alimenté en 12 V.

- Q37. Indiquer la technologie et le type du transistor Q5.
- Q38. Relever dans la documentation du transistor Q5 (page CAN4) les caractéristiques VBEsat (pour IC = 10 mA), VCEsat<sub>MAX</sub> (pour IC = 10 mA) et le coefficient d'amplification  $\beta$  noté ici hfe<sub>min</sub>.
- Q39. Établir le schéma équivalent de la maille d'entrée du transistor et calculer le courant de base IB du transistor.
- **Q40.** Établir le schéma équivalent de la maille de sortie du transistor et calculer le courant de saturation lCsat du transistor (on négligera les courants déviés en direction de COM1 et COM4).
- **Q41.** Comparer IB à  $IB_{min} = \frac{ICsat}{hfe_{min}}$  pour déterminer si le transistor est bien saturé et préciser le coefficient de

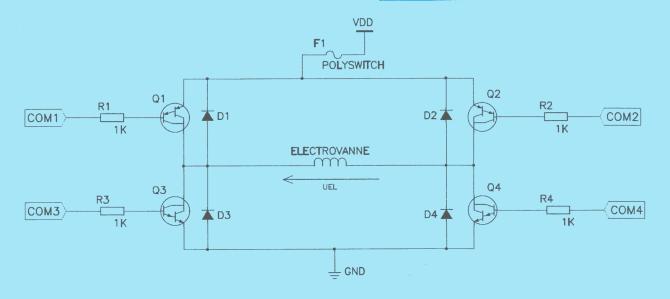
sursaturation K = 
$$\frac{IB}{IB_{\min}}$$

- **Q42.** Indiquer la fonction logique réalisée par une porte logique 4001 à 2 entrées et la fonction logique réalisée par la porte logique 4001 ainsi câblée sur le schéma structurel de FS5.2.
- Q43. Compléter le tableau (page CR3).

| Bac Génie Électronique<br>Session 2010 | Étude d'un Système Technique Industriel | Page C7 sur 8 |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|
| 10IEELME1                              | Sujet Électronique                      |               |

## http://stielectronique.free.fr/STI Le site de terminale STI electronique

#### Schéma structurel de FS5.5



VDD = 12 V, Q1 et Q2 sont des transistors BDX34C, Q3 et Q4 sont des transistors BDX33C.

- Q44. Préciser la particularité des 4 transistors Q1, Q2, Q3, Q4 (page CAN5).
- Q45. Préciser les niveaux logiques nécessaires en COM1 et COM2 pour saturer les transistors Q1 et Q2 puis ceux nécessaires en COM3 et COM4 pour saturer les transistors Q3 et Q4.
- Q46. Compléter le tableau (page CR3).
- Q47. A l'aide des tableaux réponses des questions Q43 et Q46 (page CR3), compléter le chronogramme de fonctionnement (page CR4) et préciser les valeurs de V1 et de V2 pour le chronogramme de UEL.
- Q48. Préciser le rôle des 4 diodes D1, D2, D3 et D4.
- **Q49.** D'après sa documentation (page **CAN5**), indiquer la fonction du composant F1 POLYSWITCH et préciser la valeur du courant de déclenchement de ce composant.
- Q50. Compléter dans l'algorigramme (page CR4) les 2 rectangles 'CYCLON=' et 'CYCLOFF=' par des 0 (si inactif) ou des 1 (si actif).
- **Q51.** Tracer sur l'algorigramme le cheminement depuis 'début' jusqu'à 'fin' dans le cas suivant : autorisation d'humidité HUM accordée, autorisation de luminosité LUM accordée, autorisation de température TEMP non accordée et autorisation de l'ordinateur distant accordée.

| Bac Génie Électronique<br>Session 2010 | Étude d'un Système Technique Industriel | Page C8 sur 8 |  |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|--|
| 10IEELME1                              | Sujet Électronique                      |               |  |