

BACCALAURÉAT

SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES

Spécialité génie électronique

Session 2010

Étude des Systèmes Techniques Industriels

Durée : 6 heures

coefficient : 8

ARROSEUR CONTRÔLÉ

Tout document interdit

Calculatrice à fonctionnement autonome autorisée
(circulaire 99-186 du 16/11/99)

Ce sujet comporte :

A- Analyse fonctionnelle du système : A1 à A4

B- Construction mécanique :

Questionnaire :	B1 à B3
Document réponse :	BR1
Documentation :	BAN1 à BAN6

C- Électronique :

Questionnaire :	C1 à C8
Documents réponse :	CR1 à CR4
Documentation :	CAN1 à CAN6

Vous répondrez aux questions sur copie d'examen en séparant la partie mécanique de la partie électronique.

Les documents réponse sont à rendre dans tous les cas avec votre copie même si vous n'y avez pas répondu.

Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	10IEELME1
--	--	------------------

ANALYSE FONCTIONNELLE

1 - Mise en situation du système

Une pelouse nécessite une irrigation abondante en été afin de pouvoir éviter la sécheresse du sol. Or, quand l'irrigation du terrain a lieu, on ne sait jamais si la quantité d'eau apportée est suffisante ou si l'arrosage est réalisé au bon moment avec un maximum d'efficacité. Pour minimiser l'évaporation d'eau d'arrosage et pour ne pas brûler l'herbe, il faut éviter que l'ensoleillement ne soit trop élevé pendant l'irrigation. Il est également préférable d'arroser en petites quantités pour obtenir une meilleure pénétration de l'eau dans le terrain et éviter ainsi le gaspillage.

Le système étudié permet de contrôler l'arrosage en l'autorisant seulement si les conditions sont optimales.

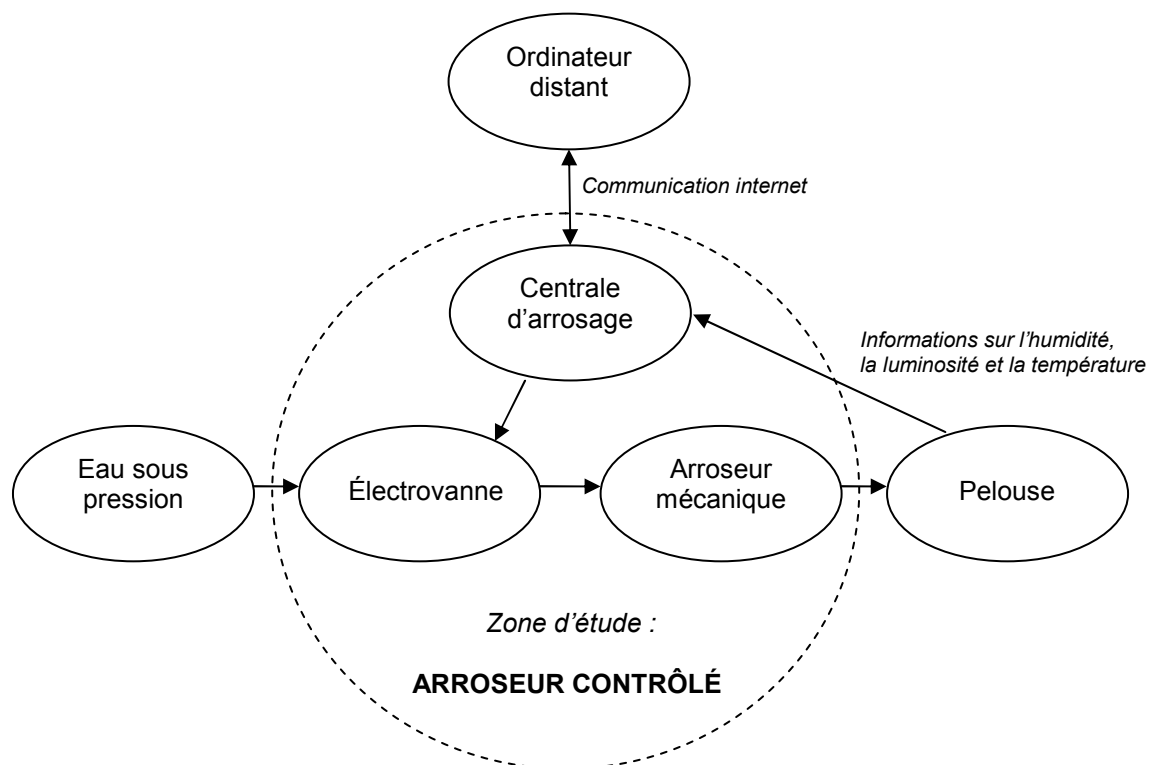
2 - Présentation du système technique

Pour déclencher l'arrosage, il faut d'abord connaître l'état du sol en mesurant 3 éléments :

- le taux d'humidité,
- le niveau de luminosité,
- la température.

En fonction de ces 3 paramètres et des consignes d'arrosage envoyées par l'ordinateur distant, la centrale d'arrosage actionnera l'électrovanne qui enverra l'eau sous pression à l'arroseur.

Diagramme montrant l'ensemble des éléments du système



3 - Cahier des charges fonctionnel

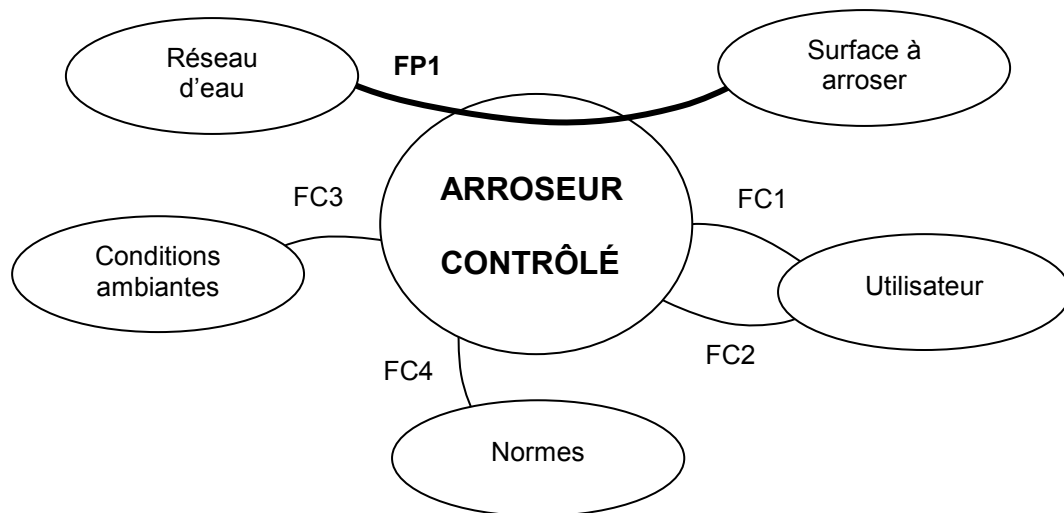


Diagramme des interacteurs

FP1 : arroser une surface en se connectant au réseau domestique.

FC1 : pouvoir être entretenu facilement par l'utilisateur.

FC2 : être esthétique.

FC3 : résister aux conditions ambiantes.

FC4 : respecter les normes environnementales et de sécurité en vigueur.

4 - Éléments constitutifs

4.1 Centrale d'arrosage

La centrale d'arrosage est en relation avec 3 éléments :

- ✓ l'ordinateur distant qui lui envoie les ordres de cycles d'arrosage ;
- ✓ l'électrovanne qui reçoit de la centrale les ordres d'ouverture et de fermeture ;
- ✓ la pelouse qui envoie 3 informations à l'aide de 3 capteurs d'humidité, de luminosité et de température.

La programmation de la centrale d'arrosage se fera par l'ordinateur distant via une connexion internet, l'utilisateur à distance pourra programmer :

- des cycles d'arrosage sur 7 jours ou sur 1 mois,
- la durée d'arrosage de 0 à 10 heures avec :
 - un incrément de 2 minutes pour une durée de 0 à 90 minutes,
 - un incrément de 15 minutes pour une durée supérieure à 90 minutes,
- le report de l'arrosage en cas de pluie.

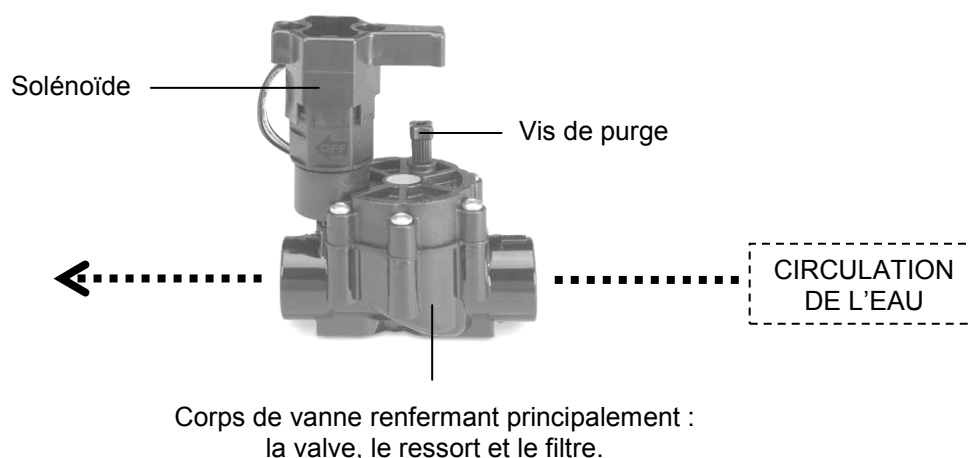
L'utilisateur pourra également consulter à distance en temps réel grâce à la page web embarquée dans la centrale l'état de celle-ci :

- l'état d'activité de l'électrovanne,
- l'historique de la distribution d'eau.

Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELME1	Étude d'un Système Technique Industriel Analyse Fonctionnelle	Page A2 sur 4
--	--	----------------------

4.2 Électrovanne

L'électrovanne étudiée est un dispositif commandé électriquement permettant d'autoriser ou d'interrompre par une action mécanique la circulation de l'eau dans le circuit.

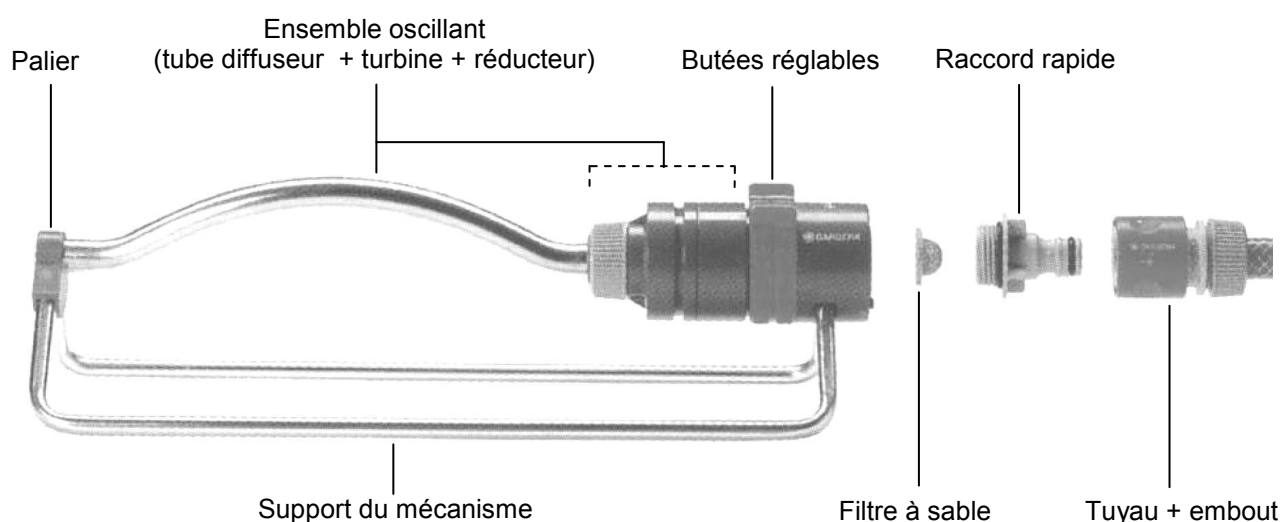


4.3 Arroseur mécanique

Ce dispositif étudié permet d'arroser en pluie fine une surface rectangulaire de 9 m x 5 m à 9 m x 12 m au maximum avec une pression de 2 bars. Le mécanisme fonctionne à partir de la pression du réseau d'eau.

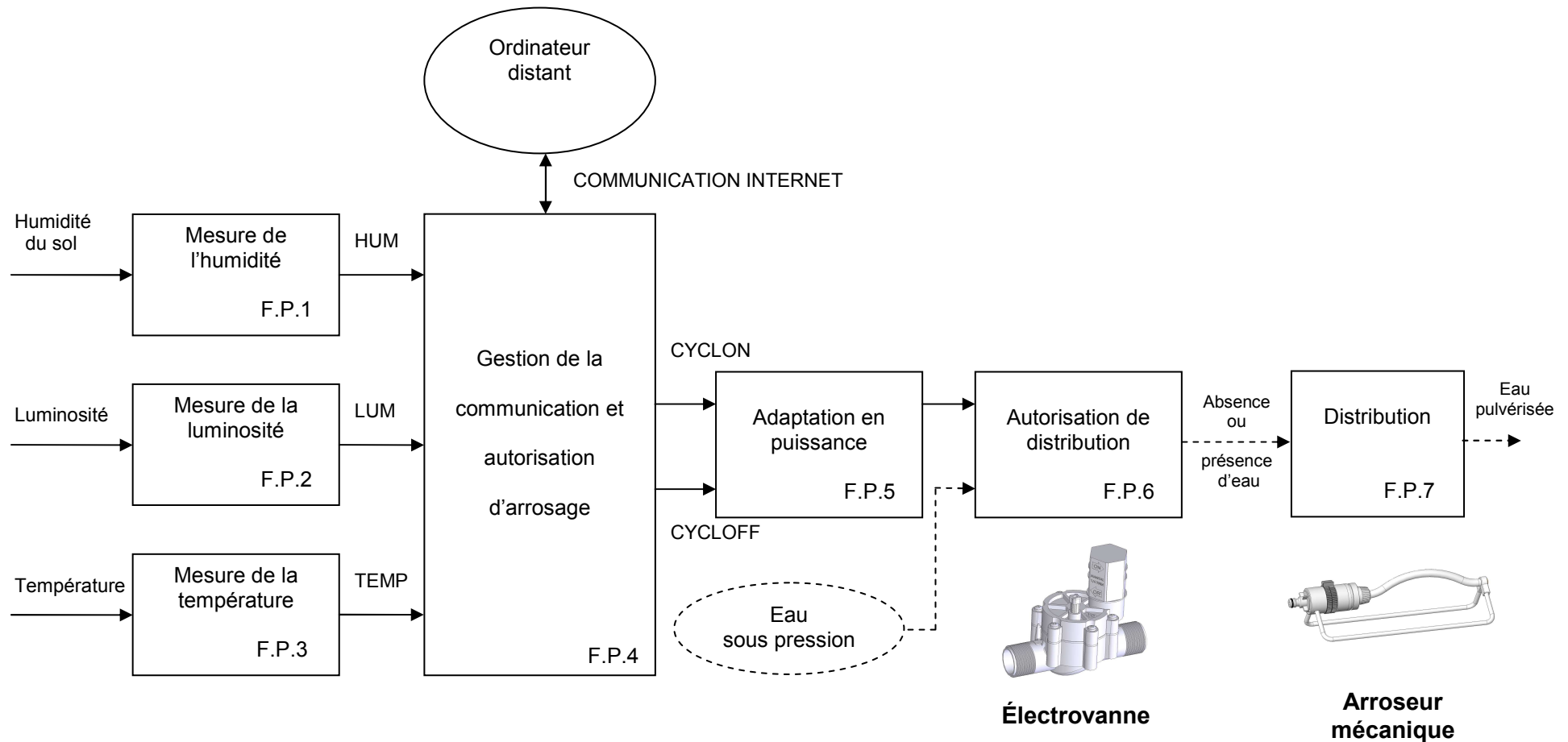
Une partie du corps de l'arroseur oscille entraînant avec lui le tube diffuseur. C'est ce mouvement de rotation qui permet de diffuser l'eau sur une largeur variant de 5 m à 12 m en fonction du réglage des butées.

Le système est constitué d'une turbine à eau dont le mouvement de rotation permet d'entraîner le reste du mécanisme.



Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELME1	Étude d'un Système Technique Industriel Analyse Fonctionnelle	Page A3 sur 4
---	--	---------------

5 - Schéma fonctionnel de la partie électronique et visualisations de l'électrovanne et de l'arroseur



F.P.x : Fonction Principale N° x

Autoriser ou interrompre la circulation de l'eau

BACCALAURÉAT

SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES

Spécialité génie électronique

Session 2010

Étude des Systèmes Techniques Industriels

ARROSEUR CONTRÔLÉ

Construction Mécanique

Durée Conseillée : 1h30

Lecture du sujet :	5 min
Partie 1 :	20 min
Partie 2A :	25 min
Partie 2B :	20 min
Partie 2C :	20 min

Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	10IEELME1
	Construction Mécanique	

SUJET

1- Étude de l'électrovanne

L'objectif de cette étude est d'analyser le fonctionnement de l'électrovanne et de déterminer les caractéristiques du ressort de rappel 4 (pages **BAN1**, **BAN2** et **BAN3**).

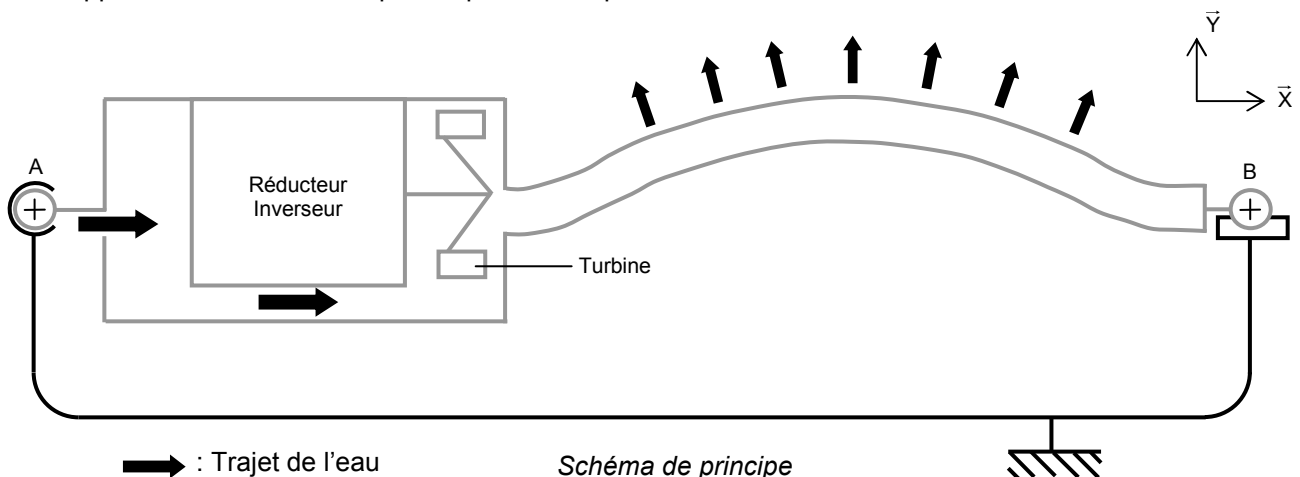
- Q1.** Le noyau du solénoïde est en position haute et l'eau circule (configuration **FIGURE 4** de la page **BAN2**). Soit p_1 , la pression en dessous de la valve et p_2 , la pression au dessus de la valve. Comment doit-être p_1 par rapport à p_2 ?
- Q2.** On commande électriquement la fermeture de la vanne. Quel est le mouvement du noyau 9 ?
- Q3.** Le passage de l'eau à travers les canalisations du solénoïde devient donc impossible. La pression p_1 est alors égale à la pression p_2 , quel est l'élément qui permet la « fermeture de la valve 2 » afin d'interrompre la circulation de l'eau ?
- Q4.** Mesurer (page **BAN1**) la longueur du ressort 4. Cette longueur sera considérée comme la **longueur à vide** du ressort 4.
Dans la configuration **FIGURE 4** (page **BAN2**), on considèrera que la force exercée par la valve 2 sur le ressort 4 est égale à 210 N et que la longueur du ressort est égale à 11,5 mm.
Calculer la raideur du ressort afin de satisfaire cette exigence.
- Q5.** Choisir dans la gamme du fabricant de ressorts proposée (page **BAN3**), celui qui fournit une raideur juste satisfaisante. Indiquer sa référence.

2- Étude de l'arroseur

En analysant le système (pages **BAN4**, **BAN5** et **BAN6**), on constate que l'arroseur est composé principalement de 2 ensembles :

- ensemble **fixe** : pièces 1, 2, 3, 20, 21, 26, 27, 28, 31, 32 ;
- ensemble en **mouvement** : ensemble réducteur + pièces 4, 5, 6, 7, 8, 9, 22, 29, 30, 33, 34.

L'eau sous pression circule à travers le raccord 28 et la vis 22, puis, en fonction du sens de rotation du tube diffuseur, passe par l'un ou l'autre des orifices du support de turbine 5 (un des deux orifices étant obturé par le clapet 34). Enfin, l'eau actionne la turbine 7 tout en poursuivant son trajet à travers le tube diffuseur 29 et s'échappe ainsi du mécanisme par les petits trous prévus à cet effet.



Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELME1	Étude d'un Système Technique Industriel Sujet Construction Mécanique	Page B1 sur 3
---	---	---------------

PARTIE A : analyse des solutions techniques

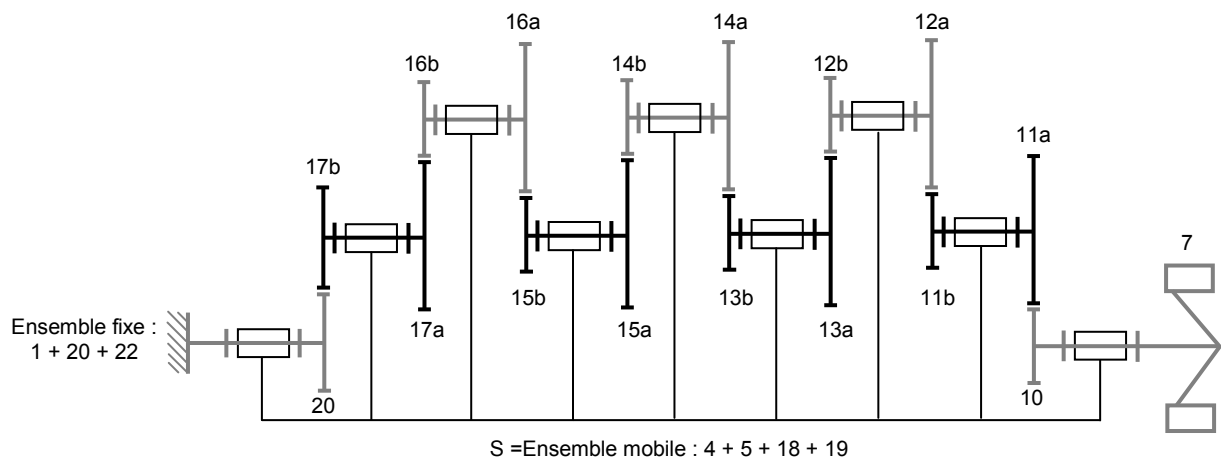
- Q6.** La liaison entre l'ensemble fixe et l'ensemble mobile est une liaison pivot d'axe \bar{x} , réalisée par l'association de 2 liaisons simples représentées sur le schéma page **B1**. Définir ces 2 liaisons.
- Q7.** Définir la liaison entre l'ensemble « pignon 10 + axe turbine 35 + turbine 7 » et l'ensemble « corps turbine 5 + palier 9 ».
- Q8.** La liaison entre le corps turbine 5 et le corps réducteur 4 est une liaison encastrement. Analyser la géométrie des pièces 4 et 5 puis, colorier en bleu et définir les surfaces fonctionnelles correspondant à la fonction « mettre en position (MIP) la pièce 5 sur la pièce 4 » (page **BR1**).
Indiquer comment est réalisée la fonction « maintenir en position (MAP) la pièce 5 sur la pièce 4 ».
- Q9.** La condition de « non double appui » entre 4 et 5 nécessite la mise en place d'un jeu fonctionnel. Tracer la chaîne de cotes installant le jeu Ja (page **BR1**).

PARTIE B : étude du réducteur

Le réducteur à engrenages a pour fonction de réduire de façon importante la vitesse de rotation de la turbine 7. Cette dernière étant trop grande pour être exploitée ainsi.

L'objectif de cette étude est de déterminer la vitesse de rotation de la turbine dans le but de vérifier le dimensionnement du palier 9 (dernier point non étudié).

- Q10.** À partir du schéma cinématique ci-dessous et de la page **BAN6**, déterminer le rapport de réduction du système $r = (N_{20/S} / N_{7/S})$, sachant que la turbine 7 est motrice.



Remarque : pour le calcul du rapport, on peut considérer que le système est équivalent à la configuration « inverse », c'est-à-dire l'ensemble fixe devient « mobile » et l'ensemble mobile devient « fixe ».

- Q11.** Le constructeur indique que le tube diffuseur effectue un aller-retour en 20 s pour une pression d'eau domestique de 3 bars. Le débattement angulaire entre les positions extrêmes est de 90° .
Le mouvement est supposé uniforme dans les 2 sens.
Déterminer la vitesse de rotation (tr/min) de l'ensemble mobile.
- Q12.** En tenant compte de la remarque, on peut considérer que la vitesse calculée précédemment est en fait la vitesse du pignon 20. En déduire la vitesse de rotation (tr/min) de la turbine 7.

Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELME1	Étude d'un Système Technique Industriel Sujet Construction Mécanique	Page B2 sur 3
--	---	----------------------

PARTIE C : étude de l'inverseur

L'arroseur est équipé d'un dispositif permettant d'inverser le sens de rotation de la turbine et donc le sens de rotation du tube diffuseur. Le système fonctionne grâce à un balancier 33 actionné par deux butées réglables 2 et 3. Le balancier agit sur un clapet 34 qui aiguille l'eau d'un côté ou de l'autre de la turbine inversant ainsi son sens de rotation (page **BAN5**).

L'objectif de cette étude statique est de déterminer les efforts exercés sur le balancier 33 dans le but de vérifier son dimensionnement (dernier point non étudié).

La phase d'étude se situe à l'instant où le balancier vient en contact avec une des 2 butées.



Hypothèses :

- on néglige le poids des pièces,
- la pression p du réseau d'eau domestique est de 3 bars,
- la pression est supposée uniforme à l'intérieur de l'arroseur.

La démarche de résolution du problème est simplifiée. On isolera le balancier 33.

Q13. La pression de l'eau qui se trouve dans le conduit obturé exerce sur le clapet une force nommée $\vec{A}_{\text{eau/clapet}}$. On supposera que cet effort est intégralement transmis au balancier. Calculer cet effort sachant que la surface S sur laquelle agit l'eau sous pression est égale à 38 mm².

Q14. On considèrera que le balancier est soumis à trois actions mécaniques extérieures :

Action Mécanique	Point d'application	Direction Sens	Norme / Intensité
$\vec{A}_{\text{clapet/33}}$	A		Tracée sur BR1
$\vec{B}_{\text{corps réducteur 4/33}}$	B	?	?
$\vec{C}_{\text{butée 3/33}}$	C		?

Connaissant les directions des efforts en A et en C, tracer sur la page **BR1** la direction de l'effort en B. Énoncer le théorème utilisé.

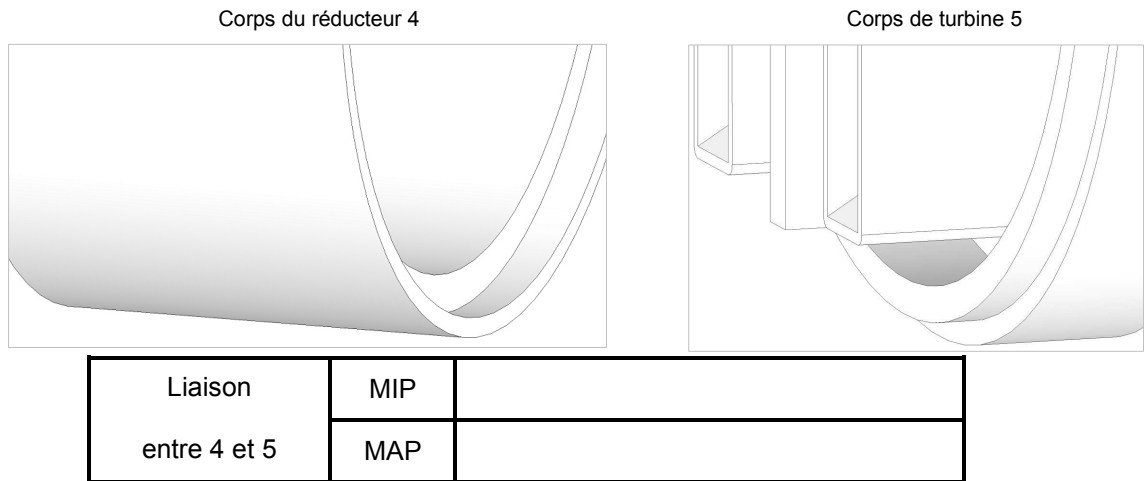
Q15. Déterminer graphiquement dans la zone réservée au *dynamique des forces* (page **BR1**) les inconnues suivantes :

- $\vec{B}_{\text{corps réducteur 4/33}}$
- $\vec{C}_{\text{butée 3/33}}$

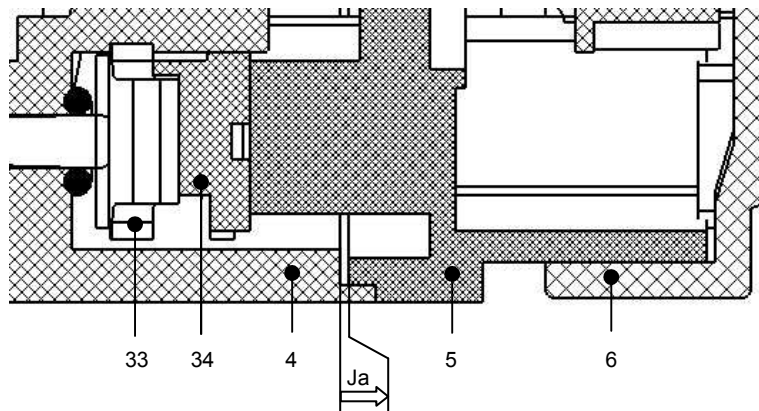
On prendra $\left\| \vec{A}_{\text{clapet/33}} \right\| = 11 \text{ N}$ (quel que soit le résultat trouvé à la question **Q13**).

DOCUMENT RÉPONSE

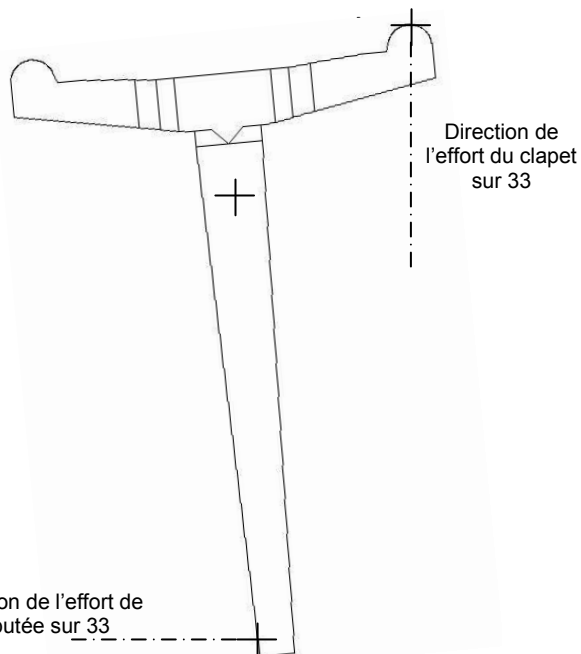
Q8.



Q9.



Q15.



Dynamique des forces :

1 cm : 2 N

1 cm

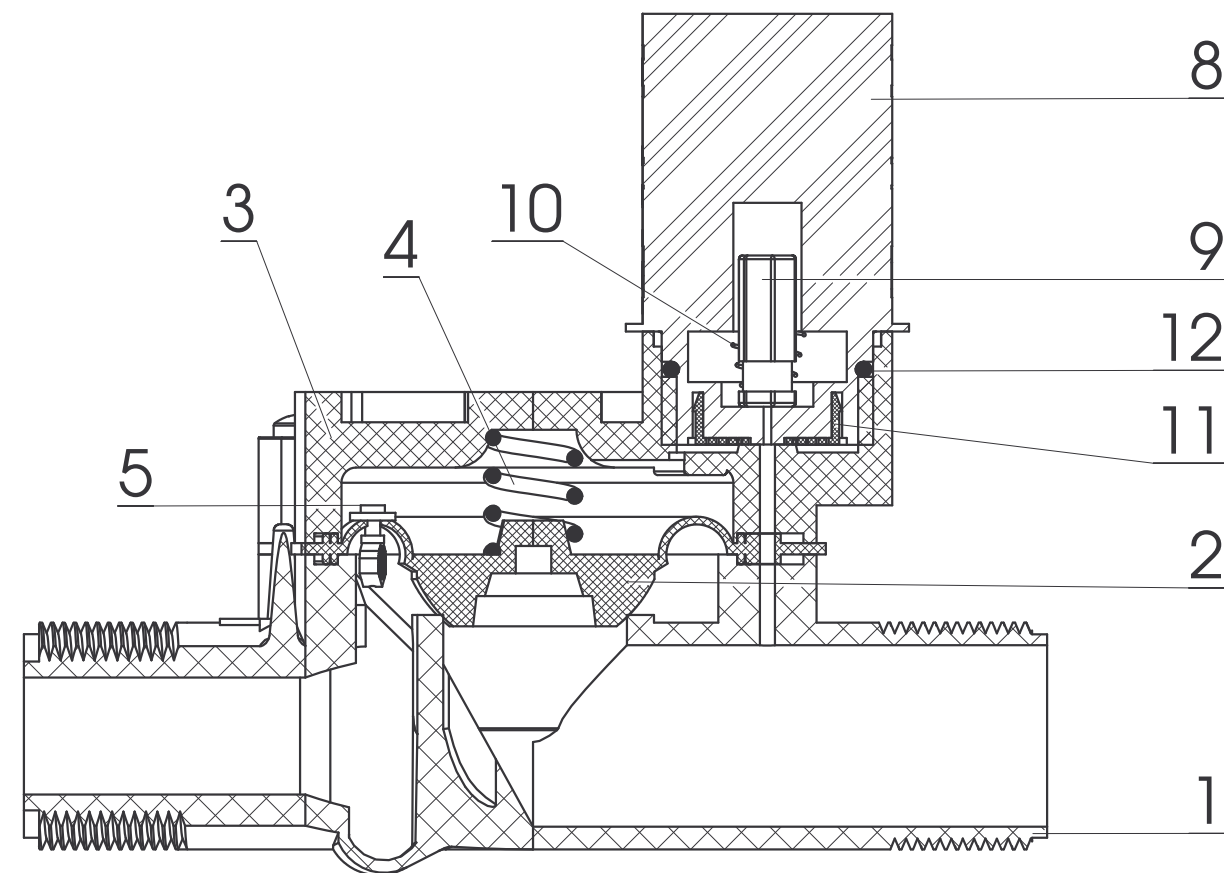
$\vec{A}_{\text{clapet}/33}$

$B_{\text{corps réducteur 4}/33} =$

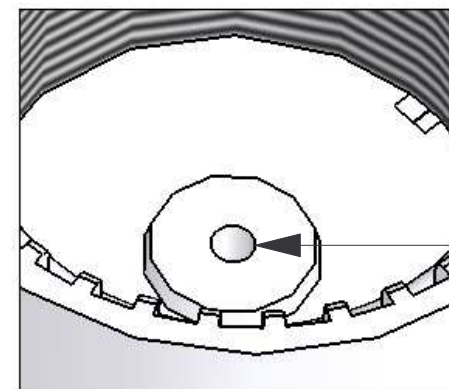
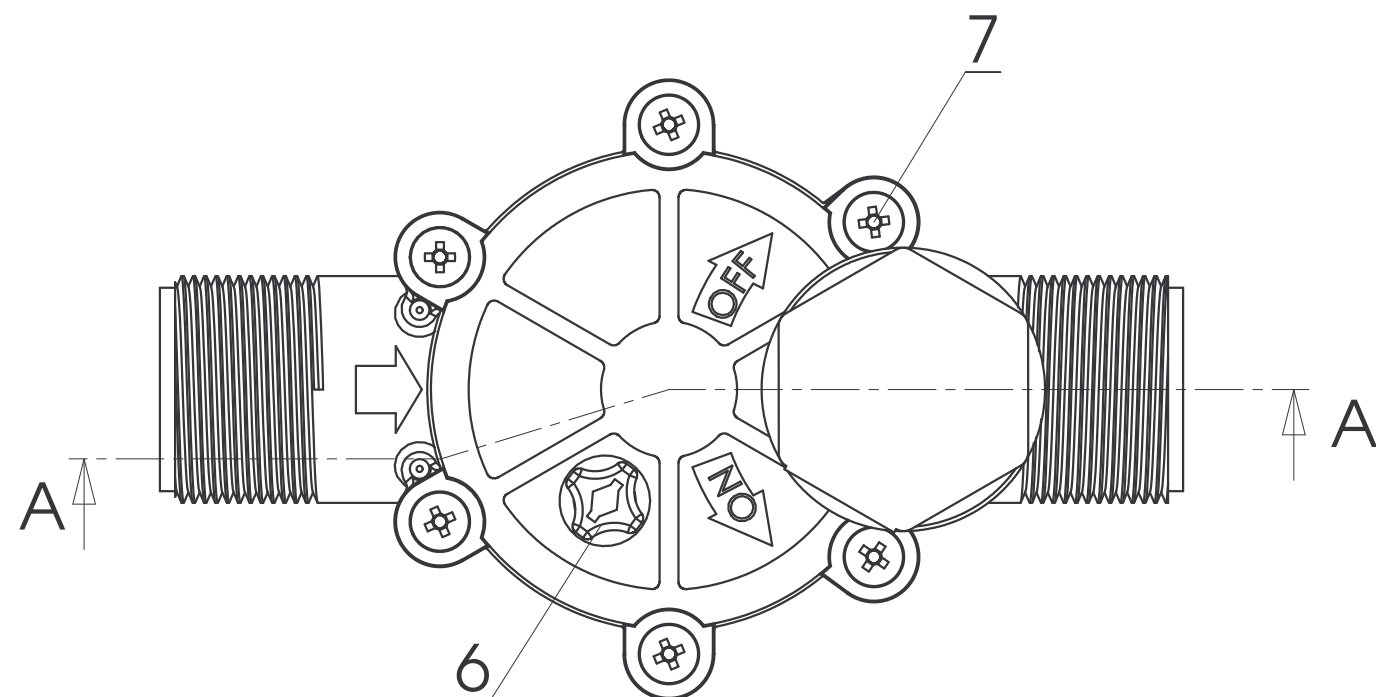
N

$C_{\text{butée 3}/33} =$

N

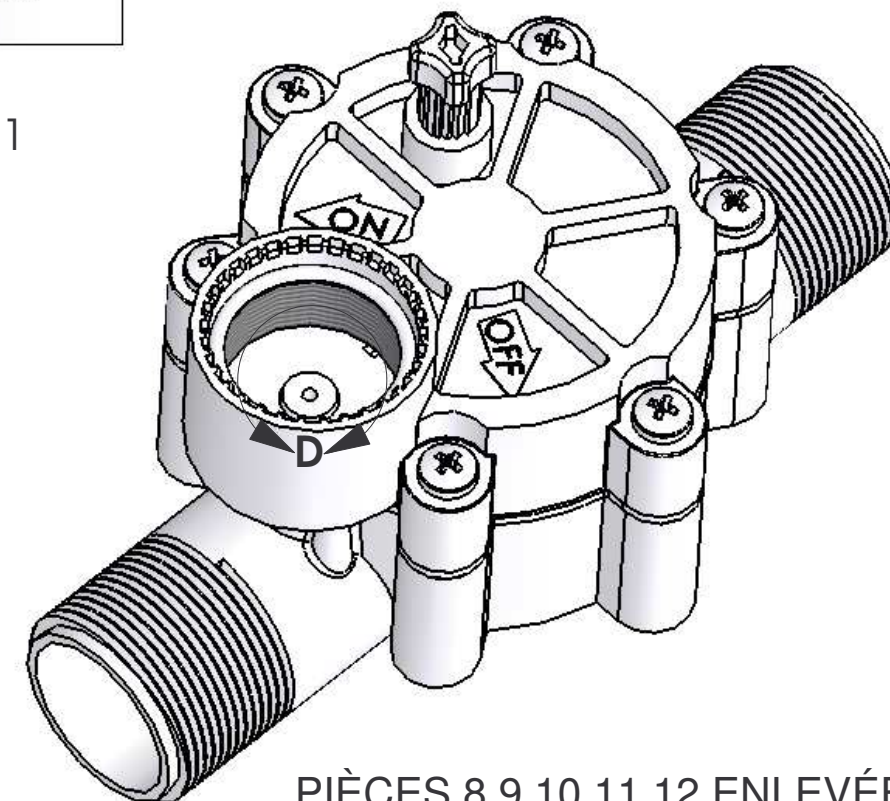


COUPE A-A



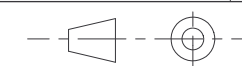
DÉTAIL D
ÉCHELLE 3 : 1

Le solénoïde commande la communication entre ces 2 orifices



PIÈCES 8,9,10,11,12 ENLEVÉES

12	JOINT SOLÉNOÏDE	2
11	FILTRE SOLÉNOÏDE	1
10	RESSORT SOLÉNOÏDE	1
9	NOYAU	1
8	SOLÉNOÏDE	1
7	VIS M4 x 30	6
6	VIS PURGE	1
5	FILTRE	1
4	RESSORT	1
3	COUVERCLE	1
2	VALVE	1
1	CORPS DE VANNE	1
REP	DÉSIGNATION	NB



Échelle 1 : 1

Format A3

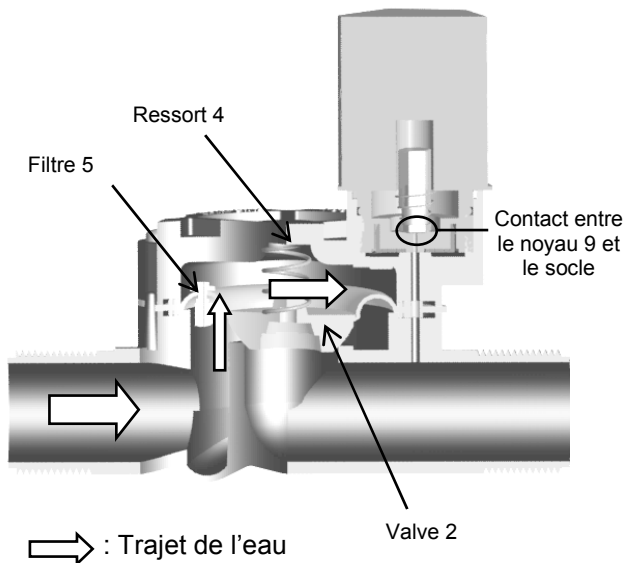
ÉLECTROVANNE

FONCTIONNEMENT DE L'ÉLECTROVANNE

L'électrovanne va autoriser ou interrompre la circulation de l'eau sous pression vers l'arroseur. Le principe de la commande est indirecte : le noyau du solénoïde n'est pas solidaire de la valve, tout fonctionne par différence de pression.

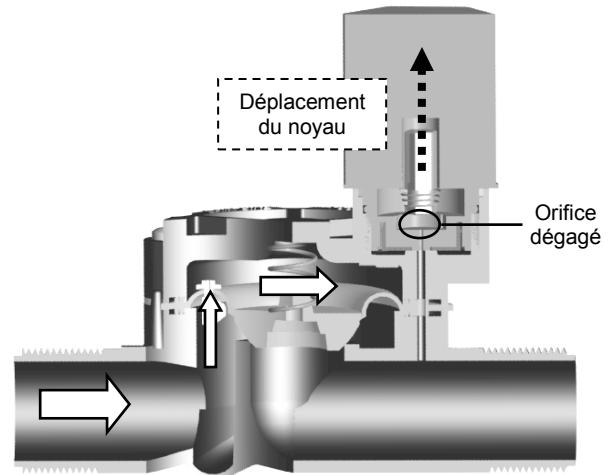
La vanne est fermée (le noyau 9 du solénoïde est en position basse en contact avec son socle).

La pression du réseau s'établit au dessus de la valve (l'eau circule à travers le filtre 5).



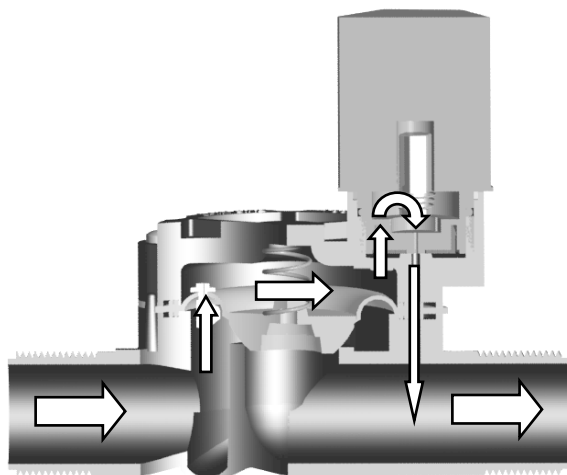
On commande électriquement l'ouverture de la vanne : le noyau du solénoïde se soulève.

Un solénoïde se comporte comme un aimant qui attire un noyau mobile lorsqu'un courant le traverse.



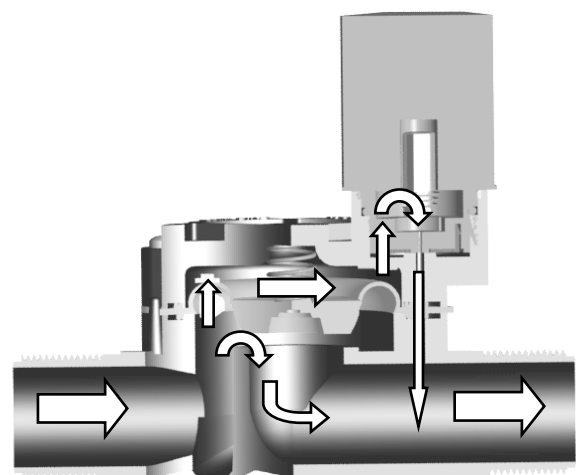
La pression au dessus de la valve 2 s'échappe.

L'eau circule à travers les canaux du solénoïde.



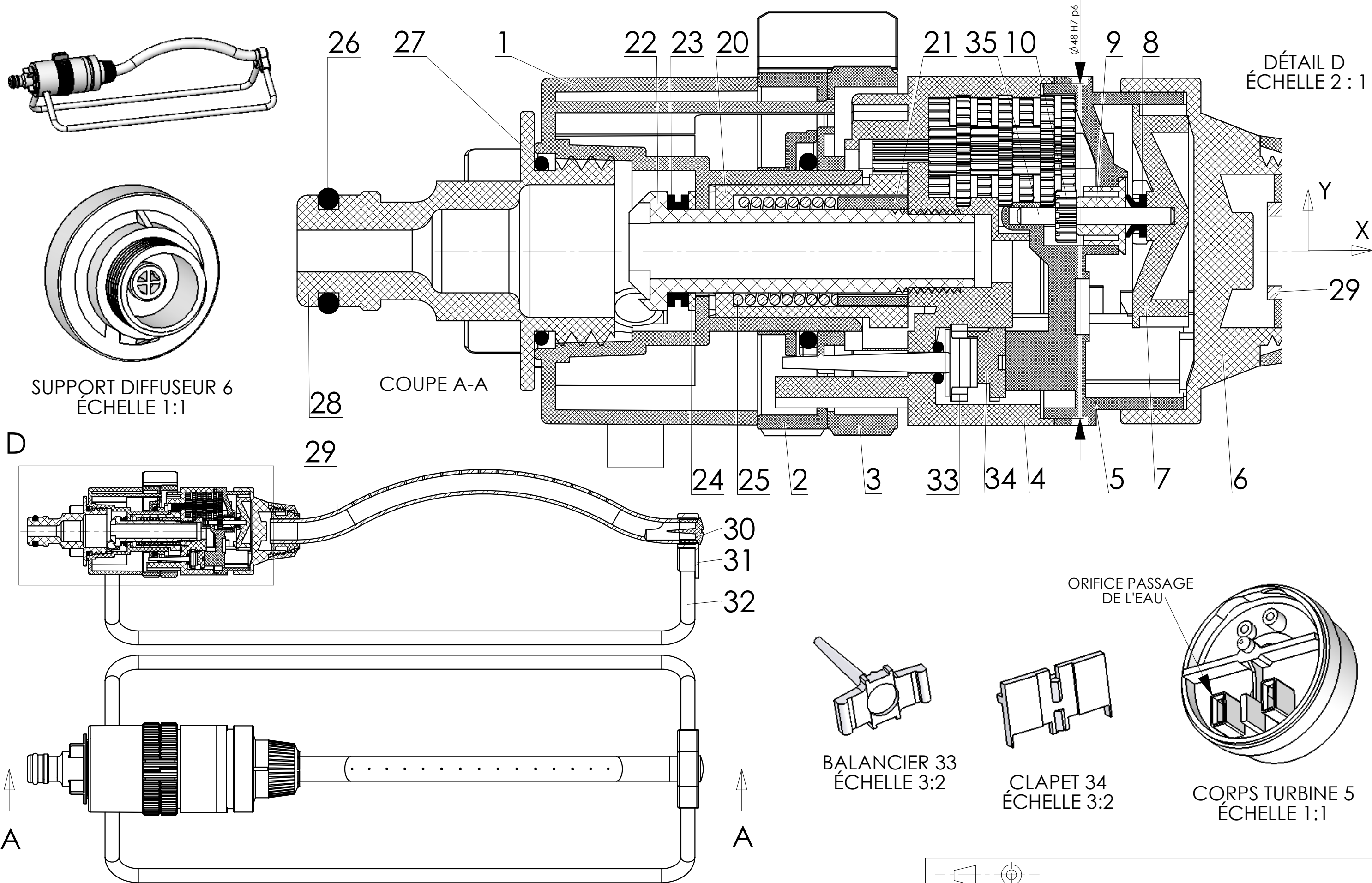
L'eau du réseau peut donc soulever la valve 2 et comprimer le ressort 4.

La valve 2 se soulève et la vanne est ouverte.



RESSORT DE COMPRESSION

Référence	Diamètre extérieur (mm)	Diamètre du fil (mm)	Longueur libre (mm)	Raideur (N/mm)	Longueur à bloc (mm)	Longueur autorisée (mm)	Matériaux	Code tarif
C.120.175.0762.I	12	1,75	76,2	3,417	43,4	49,31	Inox	4G
C.120.180.0140.A	12	1,8	14	32,508	10,08	10,91	Corde à piano	4F
C.120.180.0191.A	12	1,8	19,1	20,995	13,14	14,42	Corde à piano	4F
C.120.180.0246.N	12	1,8	24,6	18,323	14,4	15,87	Fil zingué	4J
C.120.180.0398.N	12	1,8	39,8	10,608	21,6	24,13	Fil zingué	4J
C.120.180.0627.A	12	1,8	62,7	6,502	32,4	36,53	Corde à piano	4I
C.120.180.1016.I	12	1,8	101,6	2,857	59,04	67,12	Inox	4H
C.120.200.0150.I	12	2	16,5	42,424	11,6	12,51	Inox	4G
C.120.200.0180.I	12	2	19	40	12	12,96	Inox	4I

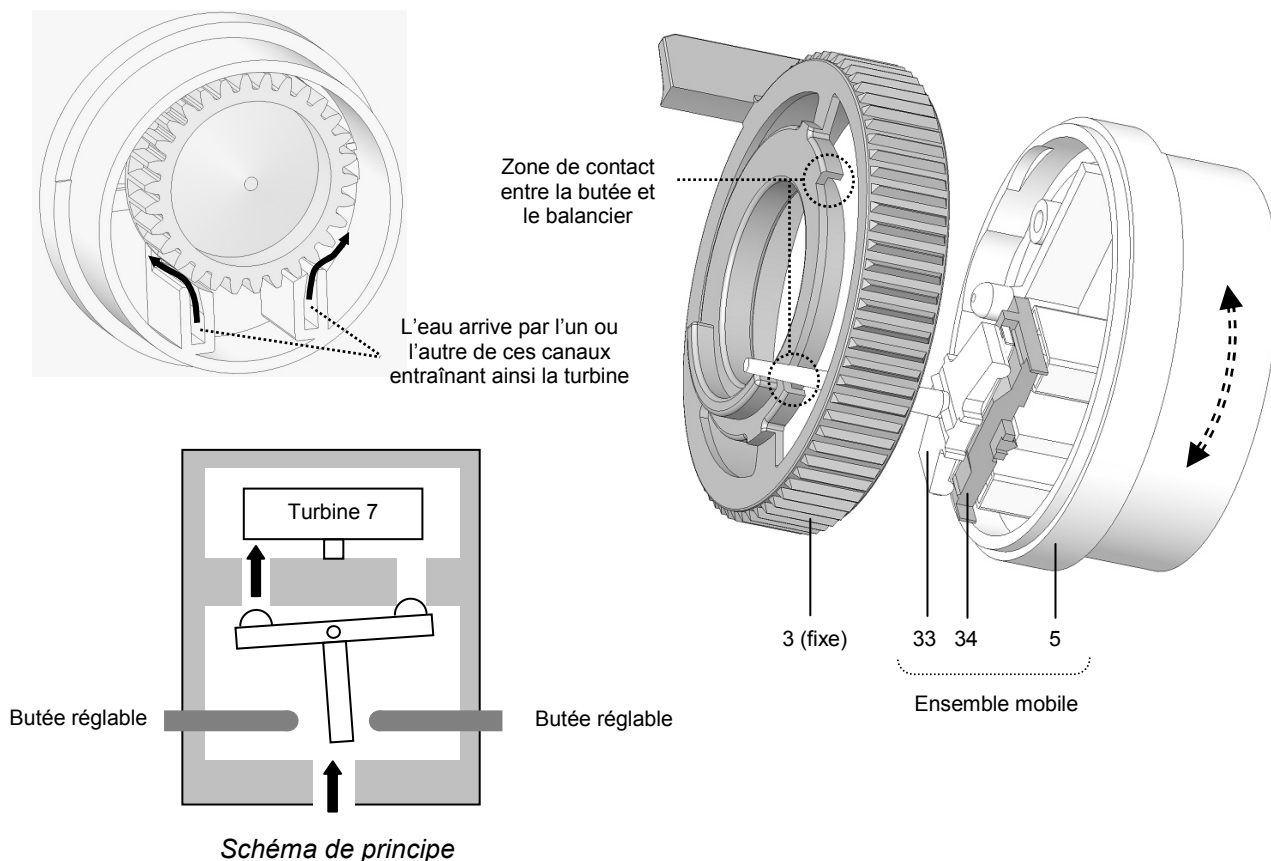


			35	1	AXE TURBINE
17	1	PIGNON DOUBLE	34	1	CLAPET
16	1	PIGNON DOUBLE	33	1	BALANCIER
15	1	PIGNON DOUBLE	32	2	TUBE SUPPORT
14	1	PIGNON DOUBLE	31	1	PALIER
13	1	PIGNON DOUBLE	30	1	BOUCHON
12	1	PIGNON DOUBLE	29	1	TUBE DIFFUSEUR
11	1	PIGNON DOUBLE	28	1	RACCORD
10	1	PIGNON D'ENTRAINEMENT	27	1	JOINT TORIQUE
9	1	PALIER DE TURBINE	26	1	JOINT TORIQUE
8	1	JOINT V-RING	25	1	RESSORT DE DEBRAYAGE
7	1	TURBINE A EAU	24	1	RONDELLE D'APPUI
6	1	CARTER SUPPORT DE DIFFUSEUR	23	1	JOINT V-RING
5	1	CORPS DE TURBINE	22	1	VIS DE MAINTIEN
4	1	CORPS DU RÉDUCTEUR	21	1	ENTRETOISE CANNELÉE
3	1	BUTÉE RÉGLABLE MOUVEMENT RETOUR	20	1	PIGNON DE SORTIE LIE AU CARTER FIXE
2	1	BUTÉE RÉGLABLE MOUVEMENT ALLER	19	1	AXE DE PIGNON DOUBLE
1	1	CARTER FIXE	18	1	AXE DE PIGNON DOUBLE
REP	NB	DESIGNATION	REP	NB	DESIGNATION

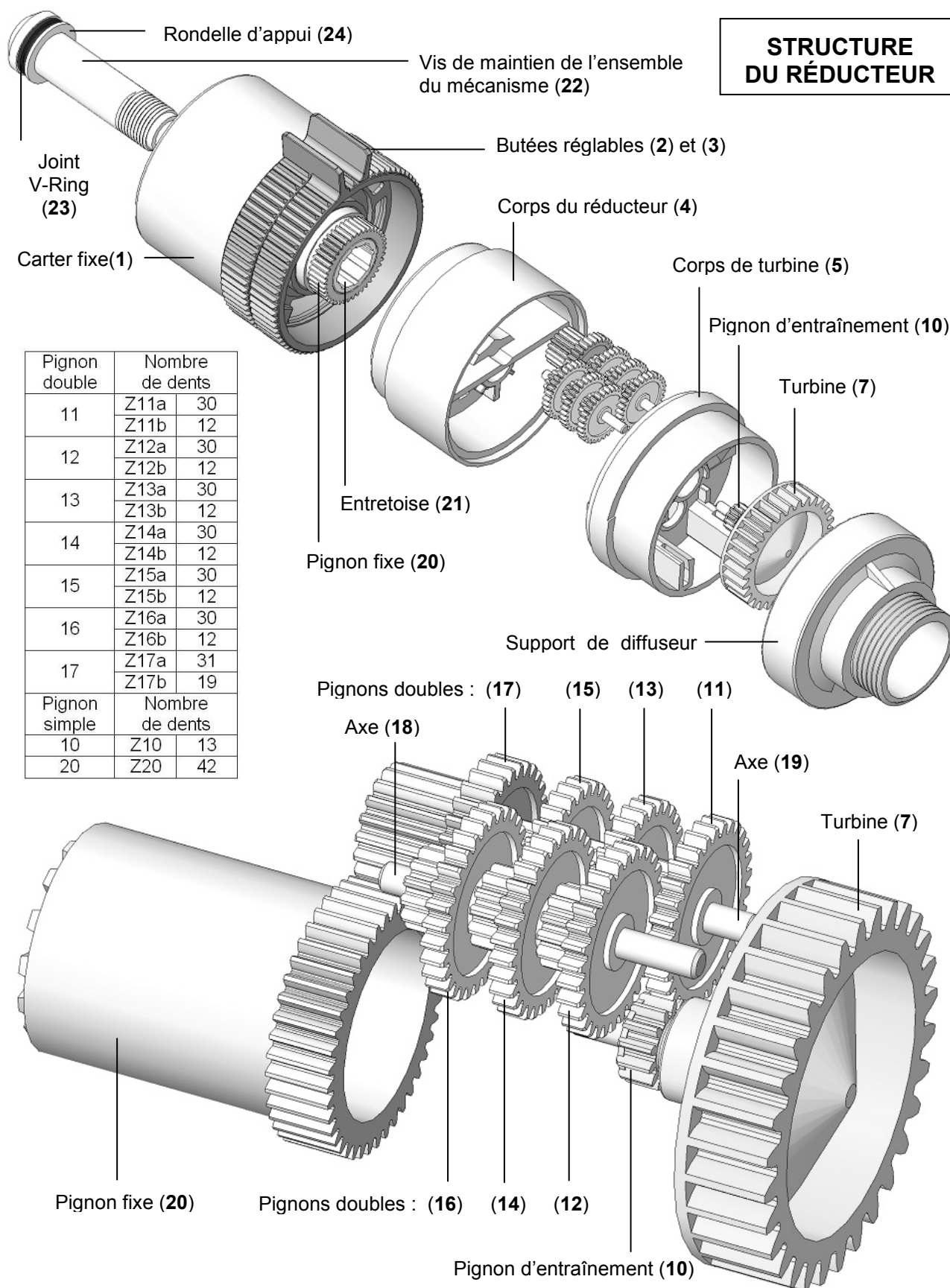
ARROSEUR

FONCTIONNEMENT DE L'INVERSEUR

L'inversion du sens de rotation de l'arroseur est obtenue par l'intermédiaire d'un balancier 33 qui dirige le flux d'eau d'un côté ou de l'autre de la turbine 7. Le clapet 34 directement lié à 33 est ainsi actionné par des butées réglables qui définissent le débattement angulaire de l'arroseur.



STRUCTURE DU RÉDUCTEUR



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

Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	10IEELME1
	Électronique	

SUJET

Note :

- le symbole Ω n'apparaît pas dans l'indication de la valeur des résistances :
120 correspond à 120 Ω .
3.9k ou 3k9 correspond à 3,9 k Ω .
1M correspond à 1 M Ω .
- le symbole F n'apparaît pas dans l'indication de la valeur des condensateurs :
100U correspond à 100 μ F.

Partie A : analyse fonctionnelle

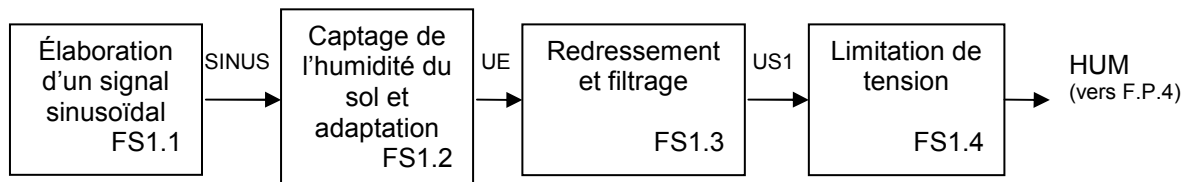
- Q1.** Citer les 3 paramètres que la centrale d'arrosage mesure avant d'arroser et préciser la raison pour laquelle il ne faut pas arroser une pelouse quand il y a du soleil.
- Q2.** Citer les fonctions principales réalisées électroniquement et les fonctions principales réalisées mécaniquement.
- Q3.** 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.

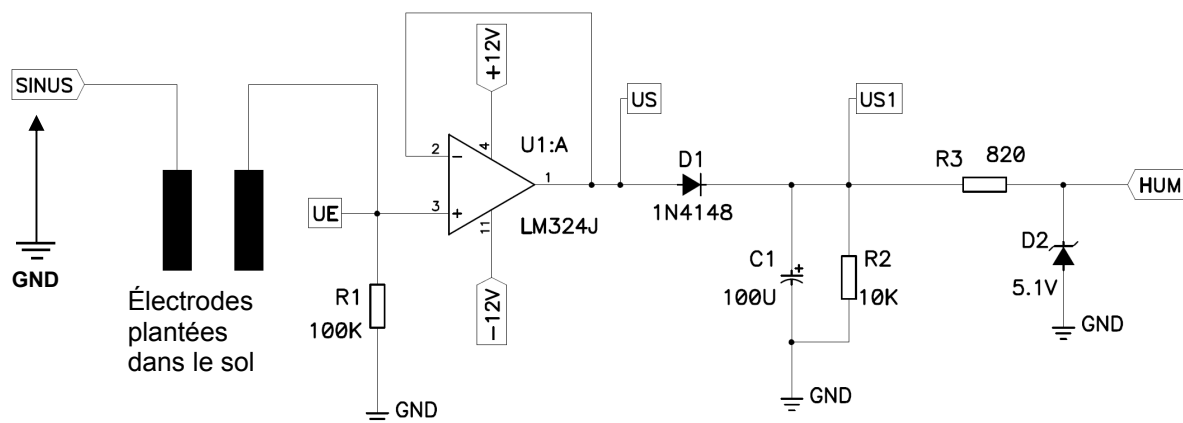
La fonction principale F.P.1 peut se décomposer selon le schéma fonctionnel suivant :



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

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

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_{SOL} 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 zener (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 : $R_{SOL}=10\text{ k}\Omega$ et $V_{FD1}=0,6\text{ V}$. Préciser la tension V_{MAX} pour chacun des signaux.

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 :

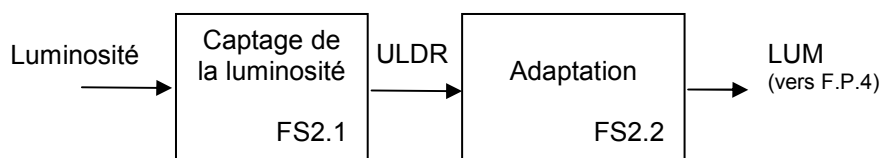
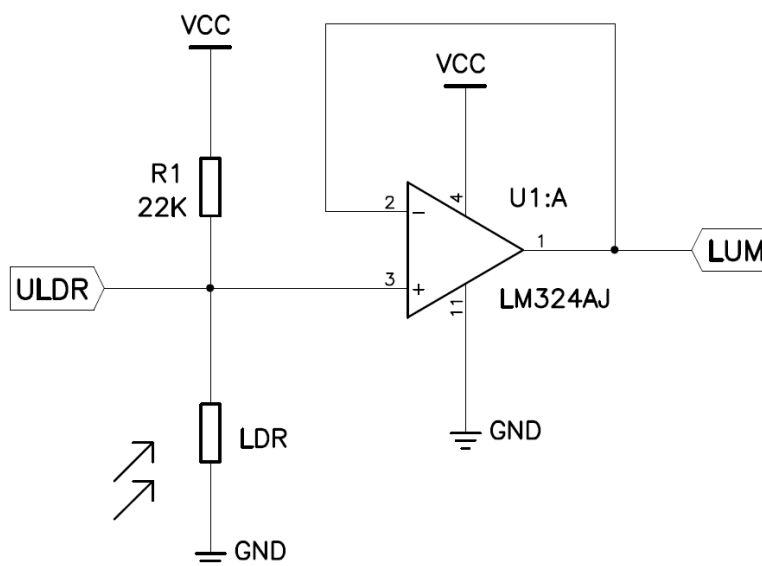


Schéma structurel de FS2.1 et FS2.2

VCC = 5 V



- Q12.** Relever sur la documentation de la photorésistance LDR (page **CAN1**) la valeur de la résistance arrondie (100 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω , 1 M Ω , 10 M Ω ou 100 M Ω) 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 Session 2010 10IEELME1	Étude d'un Système Technique Industriel Sujet Électronique	Page C3 sur 8
---	---	---------------

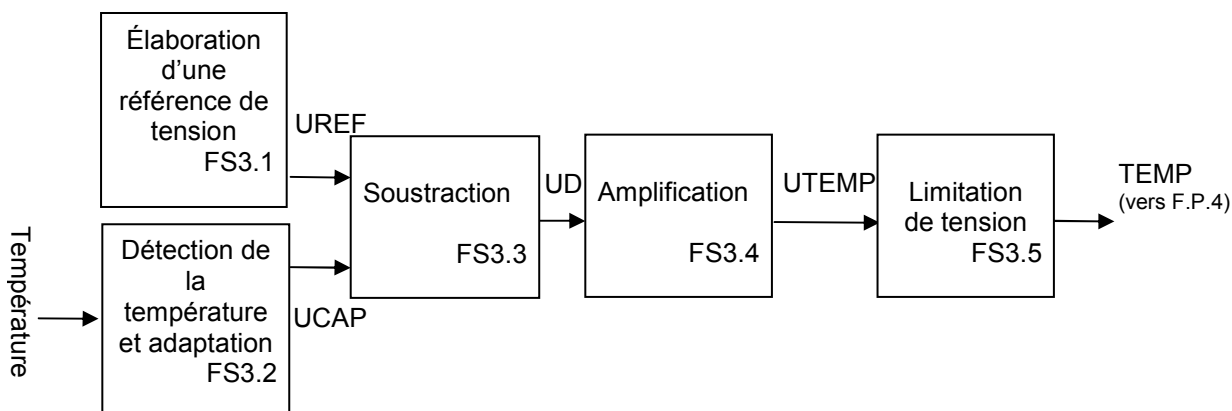
On considère que l'on ne doit pas arroser au-delà d'un éclairement de 100 lux.

- 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 $R_{LDR}=10\text{ k}\Omega$, $V_{CC}=5\text{ V}$).
- Q18.** Compléter l'algorithme (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.

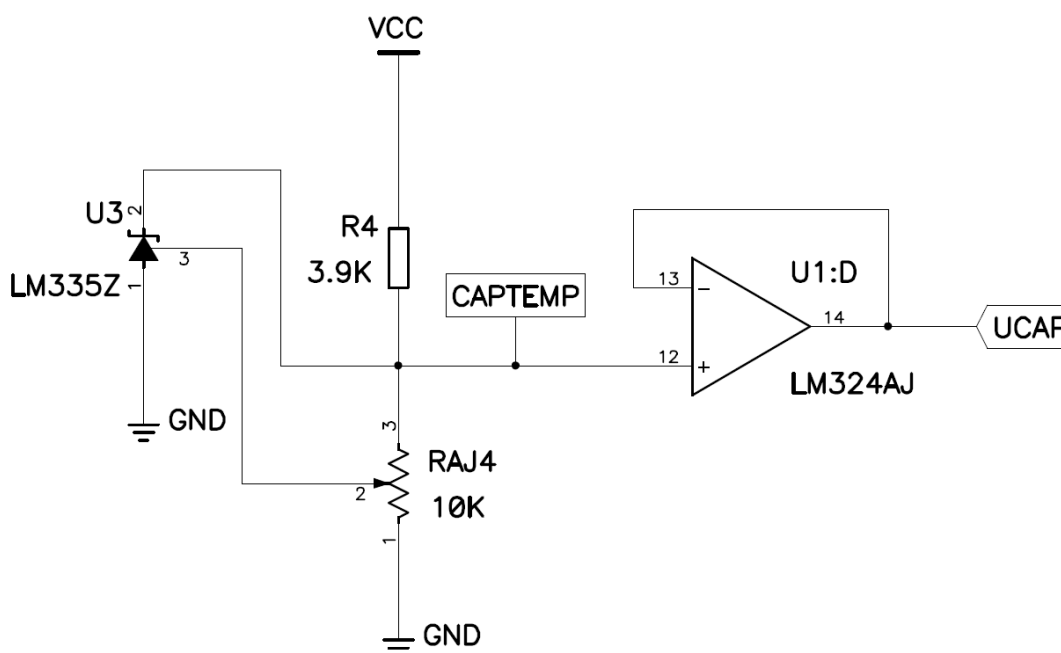
La fonction principale F.P.3 peut se décomposer selon le schéma fonctionnel suivant:



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

Schéma structurel de FS3.2

$V_{CC} = 5\text{ V}$



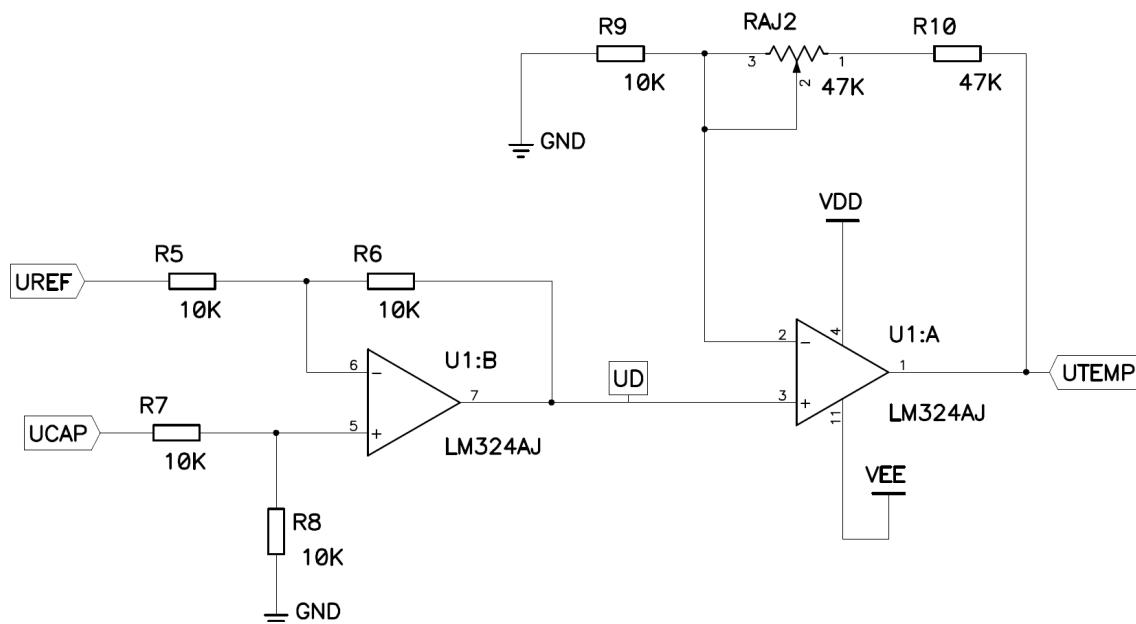
Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELME1	Étude d'un Système Technique Industriel Sujet Électronique	Page C4 sur 8
---	---	---------------

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 $0^{\circ}\text{C} = 273\text{ K}$, 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



- 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 ethernet, 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 Session 2010 10IEELME1	Étude d'un Système Technique Industriel Sujet Électronique	Page C5 sur 8
---	---	---------------

- 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 :

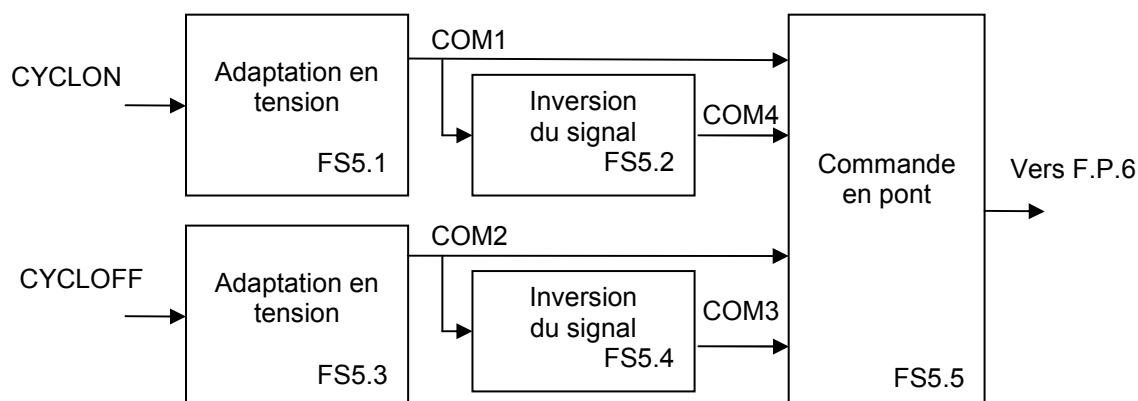
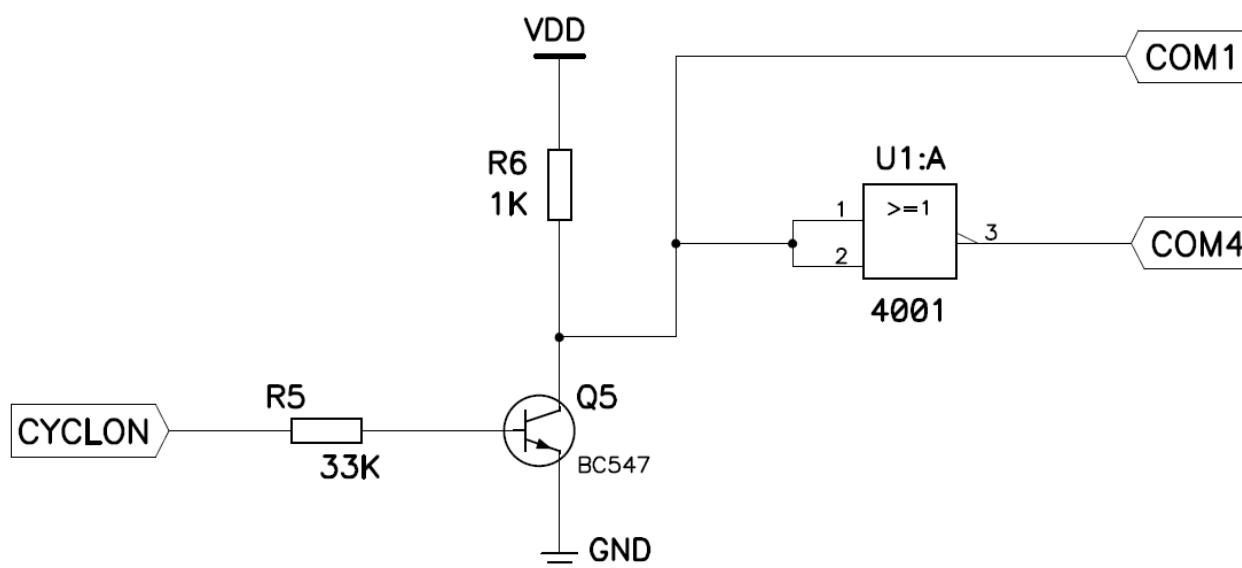


Schéma structurel de FS5.1 et FS5.2

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 V_{BEsat} (pour $I_C = 10\text{ mA}$), $V_{CEsat_{MAX}}$ (pour $I_C = 10\text{ mA}$) et le coefficient d'amplification β noté ici $h_{fe_{min}}$.

Q39. Établir le schéma équivalent de la maille d'entrée du transistor et calculer le courant de base I_B du transistor.

Q40. Établir le schéma équivalent de la maille de sortie du transistor et calculer le courant de saturation I_{Csat} du transistor (on négligera les courants déviés en direction de COM1 et COM4).

Q41. Comparer I_B à $I_{B_{min}} = \frac{I_{Csat}}{h_{fe_{min}}}$ pour déterminer si le transistor est bien saturé et préciser le coefficient de

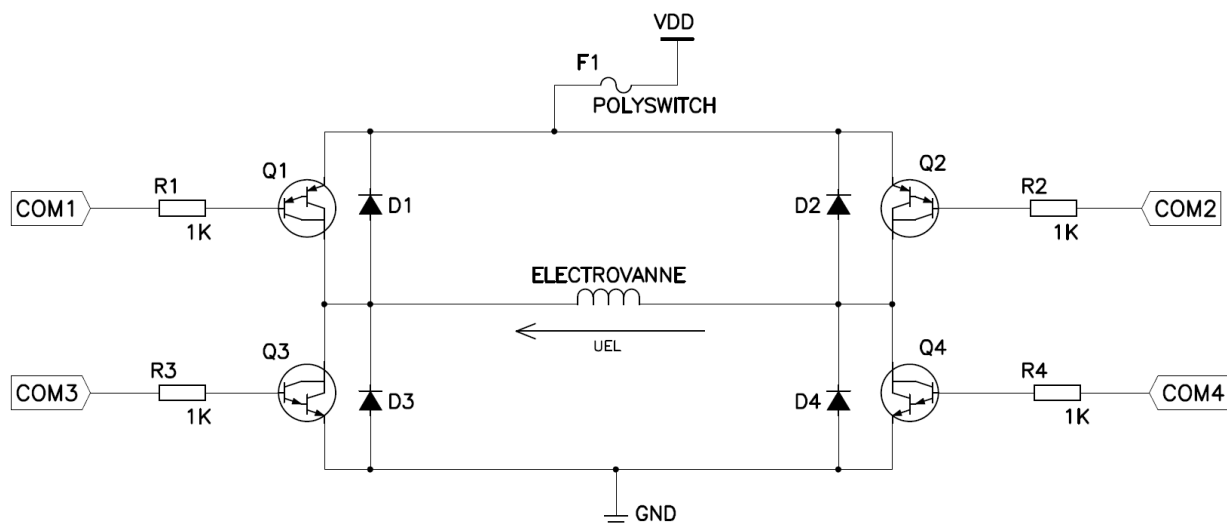
$$\text{sursaturation } K = \frac{I_B}{I_{B_{min}}}.$$

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 Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	Page C7 sur 8
10IEELME1	Sujet Électronique	

Schéma structurel de FS5.5



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

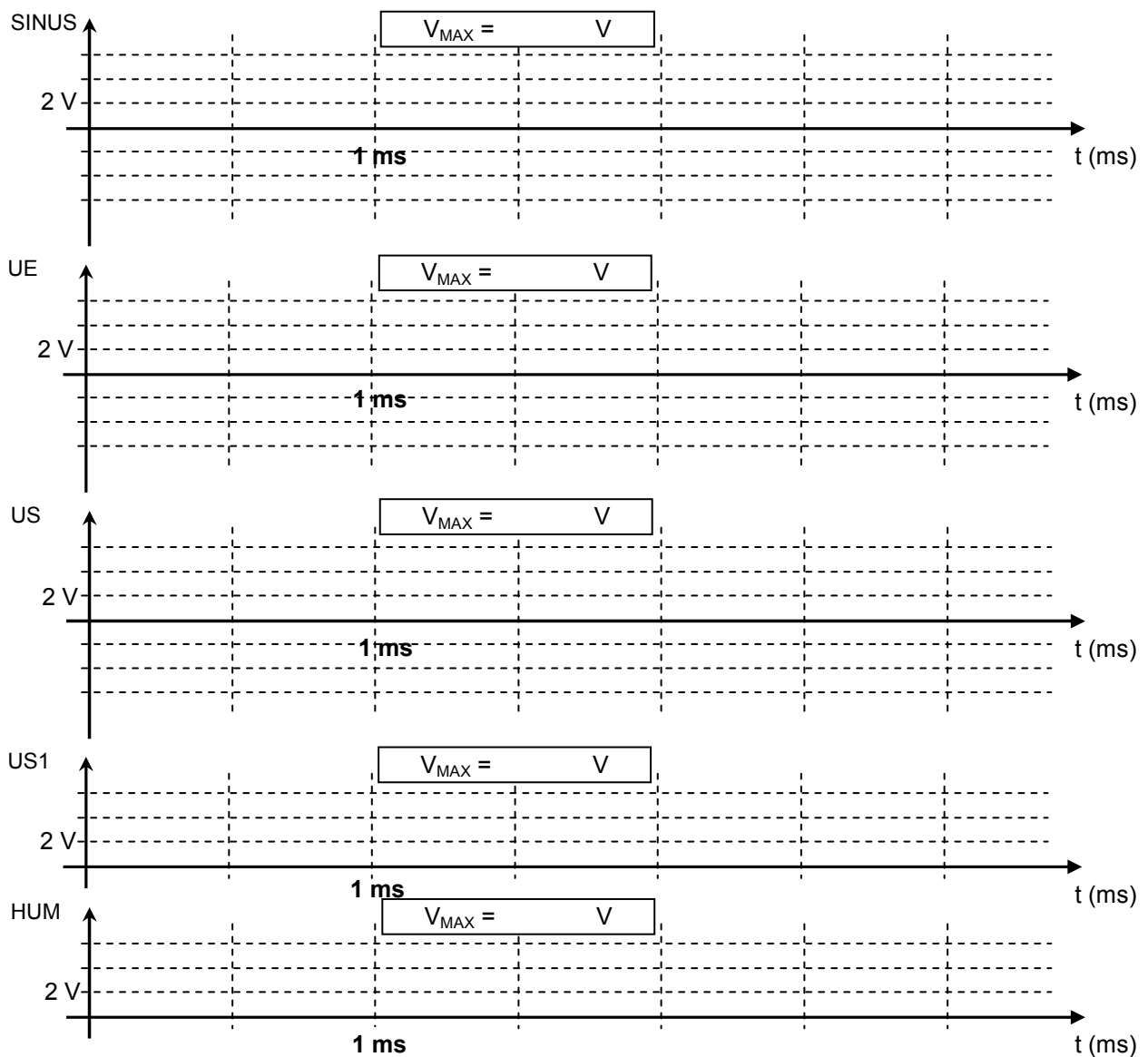
- Q44.** Préciser la particularité des 4 transistors Q1, Q2, Q3, Q4 (page **CAN5**).
- Q45.** Préciser les niveaux logiques nécessaires en COM1 et COM2 pour saturer les transistors Q1 et Q2 puis ceux nécessaires en COM3 et COM4 pour saturer les transistors Q3 et Q4.
- Q46.** Compléter le tableau (page **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'algorithme (page **CR4**) les 2 rectangles 'CYCLON=' et 'CYCLOFF=' par des 0 (si inactif) ou des 1 (si actif).
- Q51.** Tracer sur l'algorithme 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.

DOCUMENTS RÉPONSE

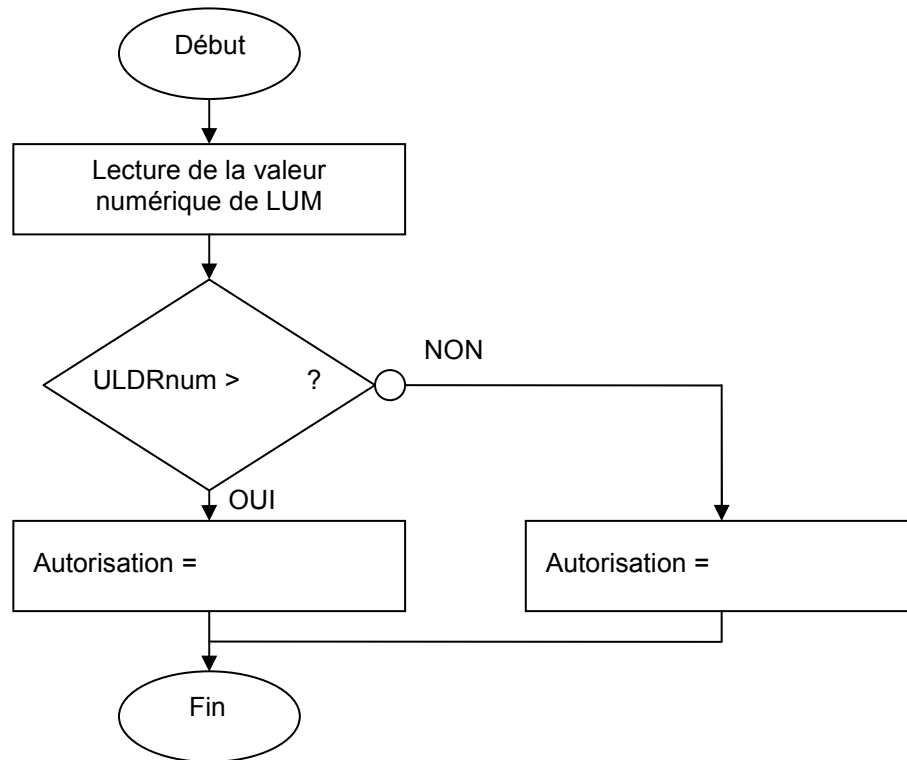
Q5 : compléter le tableau suivant ;

Amplitude du signal sinus	6 V	6 V	6 V
Résistance entre les 2 électrodes (R_{sol})	10 k Ω	100 k Ω	300 k Ω
Amplitude de la tension UE (en V)			

Q11 : compléter les chronogrammes SINUS, UE, US, US1 et HUM ;



Q18 : compléter dans l'algorithme ci-dessous la valeur de ULDRnum puis les valeurs de autorisation (= 1 si on autorise l'arrosage et = 0 si on n'autorise pas l'arrosage) ;



Q25 : compléter le tableau suivant ;

	UREF	UCAP (en V)	UD (en V)	UTEMP (en V)
Température = 0 °C	2,73 V			
Température = 20 °C	2,73 V			
Température = 35 °C	2,73 V			

Q30 : compléter le plan de la mémoire programme FLASH ;

zones programme	adresses en hexadécimal
zone 4	adresse haute = \$1FFF
	adresse basse =
zone 3	adresse haute =
	adresse basse =
zone 2	adresse haute =
	adresse basse =
zone 1	adresse haute =
	adresse basse = \$0000

Q36 : compléter le tableau suivant ;

Identification du réseau (24 bits)																								Identification de la machine connectée (8 bits)							
																								0	0	0	1	0	1	0	0

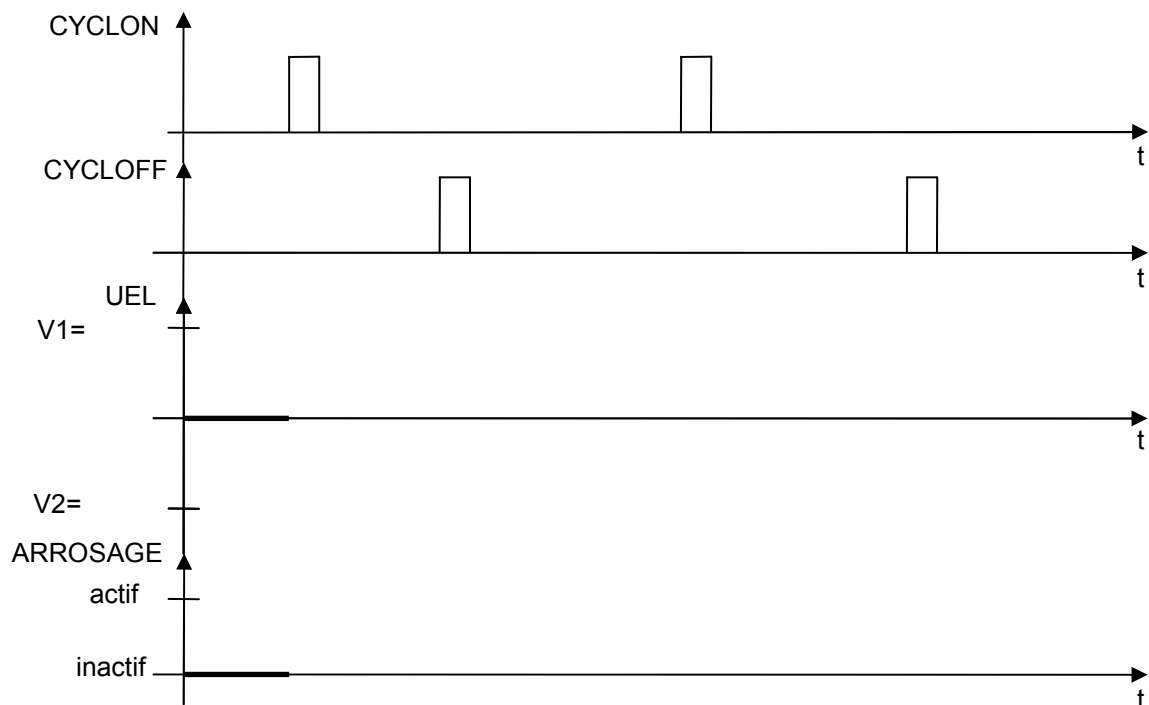
Q43 : compléter COM1 et COM4 dans le tableau suivant avec un 0 pour un niveau logique bas et un 1 pour un niveau logique haut ;

CYCLON	COM1	COM4
0 V		
5 V		

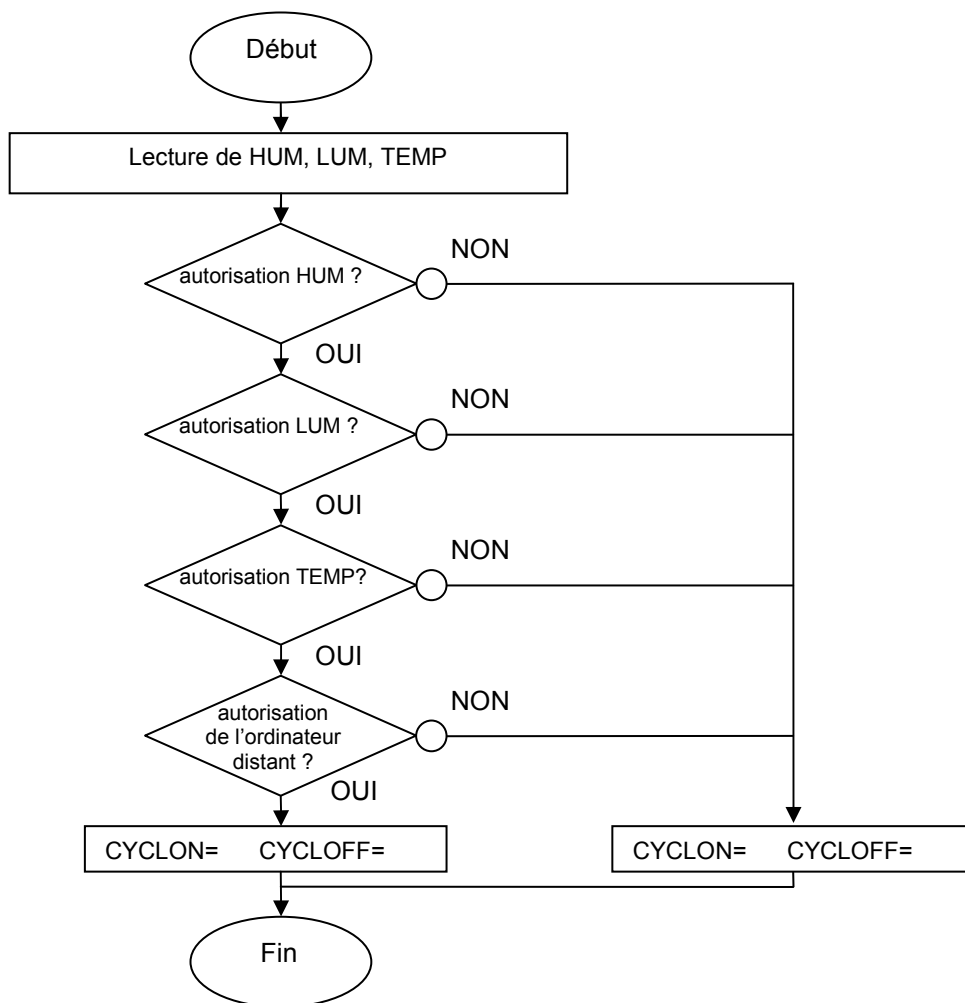
Q46 : compléter le tableau suivant ;

COM1	COM2	COM3	COM4	Q1 Compléter par B (bloqué) ou S (saturé)	Q2 Compléter par B (bloqué) ou S (saturé)	Q3 Compléter par B (bloqué) ou S (saturé)	Q4 Compléter par B (bloqué) ou S (saturé)	UEL (en V)
1	1	0	0					
1	0	1	0					
0	1	0	1					

Q47 : compléter les chronogrammes suivants ;



Q50 et Q51 : compléter l'algorithme et tracer le cheminement ;

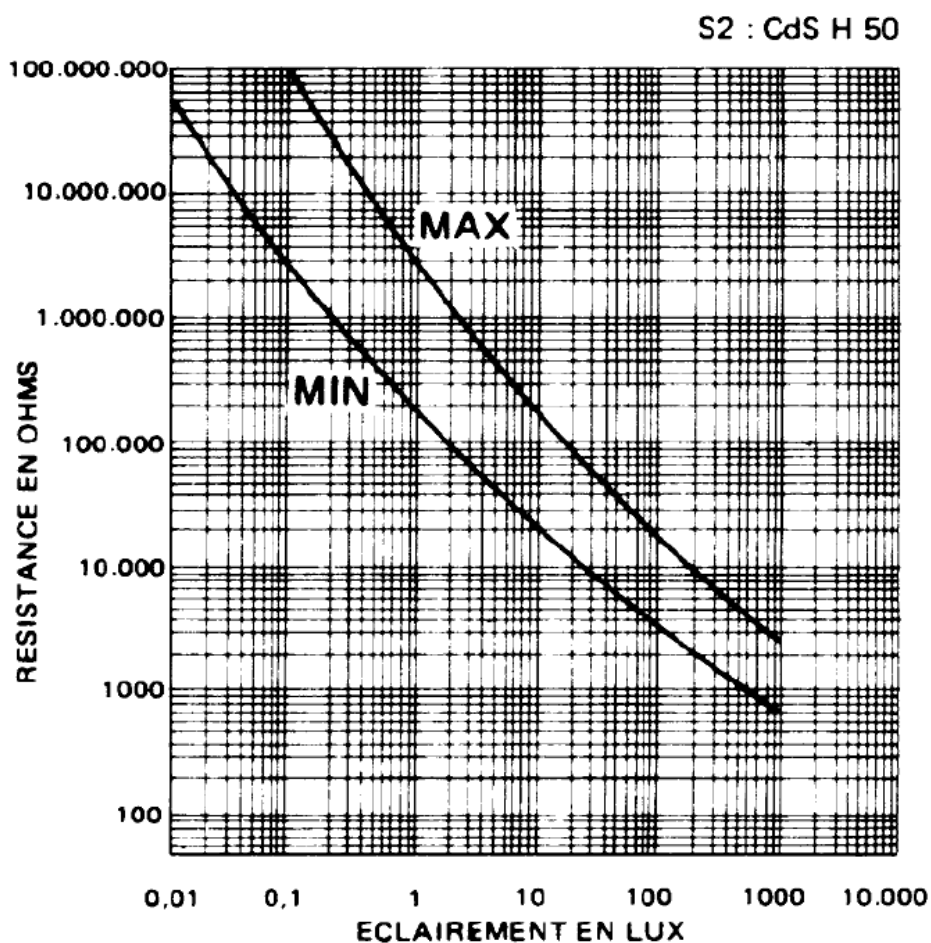


DOCUMENTATION

DIODE ZÉNER BZX55C

Valeurs maximales à ne pas dépasser		
Paramètres	Valeur	Unité
Température de stockage	-65 à +200	°C
Température de jonction	+200	°C
Température de soudure	+230	°C
Dissipation du boîtier totale	500	mW

LDR



CAPTEUR DE TEMPÉRATURE LM335Z

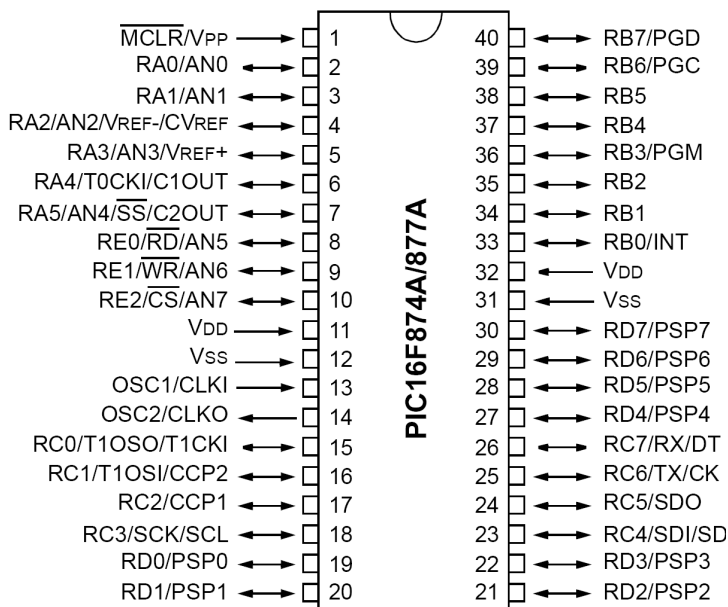
Description générale

La série LM135/LM335 est une série de capteurs de température pouvant être facilement calibrés. Le capteur LM335 délivre une tension directement proportionnelle à la température absolue de +10 mV/K. Avec moins de 1 Ω d'impédance dynamique, le circuit opère dans une gamme de courant de 400 μ A à 5 mA avec pratiquement aucun changement dans les performances. Quand il est calibré à 25 °C, le LM335 a moins de 1 % d'erreur sur une gamme de température de 100 °C.

Caractéristiques principales
Directement calibré en Kelvin
Facile à calibrer
Large étendue de mesure (de -55 °C à +150 °C)
Faible coût
Disponible en boîtier TO-46 et TO-92

PIC16F877

40-Pin PDIP



Le PIC16F877 possède 5 ports d'entrées sorties A,B,C,D,E. Les entrées de type AN0, AN1, AN2, AN3, AN4, AN5, AN6, AN7 sont des entrées analogiques dont les signaux sont convertis en numérique par un convertisseur analogique numérique 10 bits intégré dans le microcontrôleur.

Le PIC16F877 est équipé d'une liaison série sur ses broches 25 (TX = transmission) et 26 (RX = réception) qui lui permet d'échanger des informations avec un autre composant.

Caractéristiques	PIC16F873	PIC16F874	PIC16F876	PIC16F877
Fréquence maximale	20 MHz	20 MHz	20 MHz	20 MHz
Taille mémoire programme FLASH (mots de 14 bits)	4 k	4 k	8 k	8 k
Nombre d'octets en mémoire de donnée	192	192	368	368
Nombre d'octets en mémoire de donnée EEPROM	128	128	256	256
Interruptions	13	14	13	14
Ports d'entrées/sorties	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E
Timers	3	3	3	3
Modules M.L.I.	2	2	2	2
Nombre d'entrées du convertisseur analogique numérique 10 bits	5	8	5	8
Nombre d'instructions	35	35	35	35

Bac Génie Électronique	Étude d'un Système Technique Industriel	Page CAN2 sur 6
Session 2010	Documentation Électronique	
10IEELME1		

MODULE WEBSERVEUR « SITEPLAYER SP1 »



SitePlayer SP1 Module

Webserveur ethernet complet sur environ 2 cm ²	Port série broche 7 (RXD = réception) et 8 (TXD = transmission) pour interfacer avec un microprocesseur avec une vitesse de 300 à 115200 bits/sec
Affichage dynamique des bargraphs, interrupteurs en temps réel	Des programmes en JAVA, C, C++ et Visual basic peuvent contrôler le Webserveur SP1
48 koctets de mémoire flash pour les pages web	Pages web créées en utilisant le standard HTML
L'adresse I.P. peut être statique ou dynamique	Connexion du circuit à une prise RJ45 avec filtre
Protocoles ARP, ICMP, IP, UDP, TCP, DHCP	Moins de 100 octets de code nécessaire pour interfacer la plupart des composants au SP1

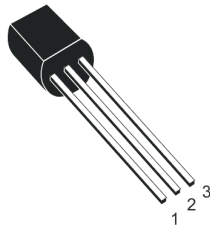
Description des broches du Webserveur SP1 :

Numéro de broche	Description
1 LED de lien	Broche au niveau bas quand la connexion a été établie, cette broche est typiquement raccordée à une résistance et une led au VCC
2 RX+	Réception+ : Raccordée à la prise RJ45
3 RX-	Réception- : Raccordée à la prise RJ45
4 TX-	Transmission- : Raccordée à la prise RJ45
5 TX+	Transmission+ : Raccordée à la prise RJ45
6 VSS	0V
7 RXD	Réception des données de la liaison série
8 TXD	Transmission des données de la liaison série
9 VCC	+5 Volts, I = typiquement 75 mA
10 Reset	Actif à l'état bas
11 à 18	Port matériel d'entrées/sorties

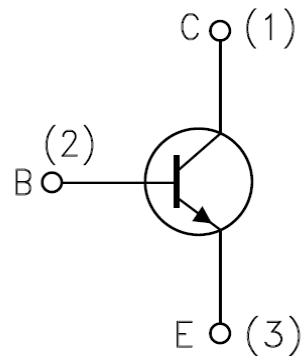
TRANSISTOR BC547C

Description

Le transistor BC547C est un transistor bipolaire de type NPN livré en boîtier TO-92. L'application typique est l'utilisation en commutation sur faible charge avec un grand gain et une faible tension de saturation.



TO-92

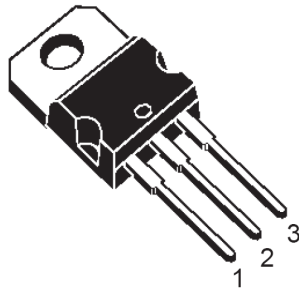


Caractéristiques électriques

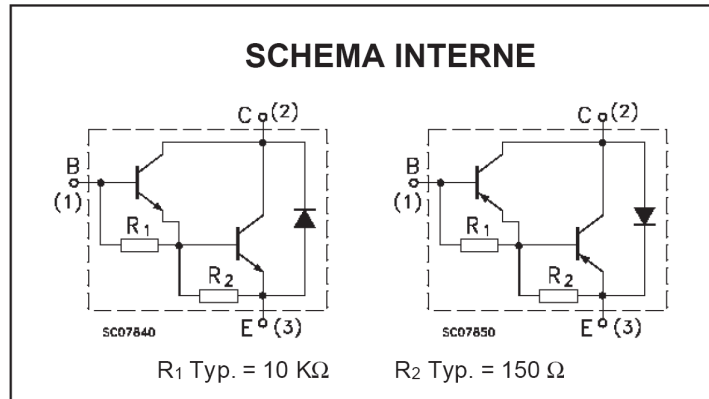
Symbole	Paramètre	Conditions de test	Min.	Typ.	Max.	Unité
VCEMAX	tension maximale entre collecteur et émetteur	$I_c = 10 \text{ mA}$	50			V
VCEsat	tension de saturation entre collecteur et émetteur	$I_C = 10 \text{ mA}$ $I_B = 0,5 \text{ mA}$ $I_C = 100 \text{ mA}$ $I_B = 5 \text{ mA}$		0,09 0,2	0,25 0,6	V
VBEsat	tension de saturation entre base et émetteur	$I_C = 10 \text{ mA}$ $I_B = 0,5 \text{ mA}$ $I_C = 100 \text{ mA}$ $I_B = 5 \text{ mA}$		0,7 0,9		V
hfe	coefficient d'amplification	$I_C = 2 \text{ mA}$ $V_{CE} = 5 \text{ V}$	420		800	
Ft	Fréquence de commutation	$I_c = 10 \text{ mA}$ $V_{CE} = 5 \text{ V}$	100			MHz

BDX33C et BDX34C

Le transistor BDX33C est un transistor darlington de puissance de type NPN monté dans un boîtier plastique TO220. Il est utilisé dans les applications de commutation de puissance. Le type complémentaire PNP est le BDX34C.



TO-220



POLYSWITCH

Le polyswitch est un composant qui fait fonction de fusible, si le courant qui traverse le polyswitch dépasse une certaine valeur, la résistance du polyswitch augmente rapidement, ce qui limite le courant. Quand les conditions de fonctionnement sont redevenues normales, le polyswitch reprend sa résistance initiale, il n'est donc pas détruit comme un fusible.

Caractéristiques du polyswitch utilisé:

Paramètre	Valeur
Tension maximale d'opération	60 V
Résistance initiale	0,35 Ω
Courant de déclenchement	0,5 A

SCHÉMA STRUCTUREL PARTIEL DE LA PARTIE INFORMATIQUE

