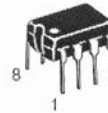


## MC34063

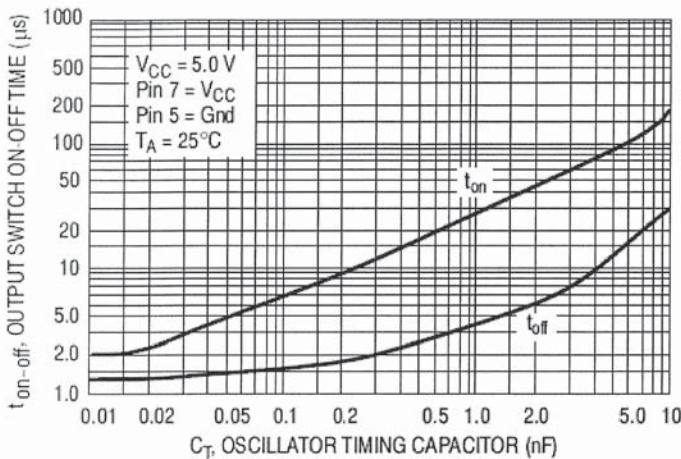
### DC-to-DC Converter Control Circuits

The MC34063A Series is a monolithic control circuit containing the primary functions required for DC-to-DC converters. These devices consist of an internal temperature compensated reference, comparator, controlled duty cycle oscillator with an active current limit circuit, driver and high current output switch. This series was specifically designed to be incorporated in Step-Down and Step-Up and Voltage-Inverting applications with a minimum number of external components. Refer to Application Notes AN920A/D and AN954/D for additional design information.

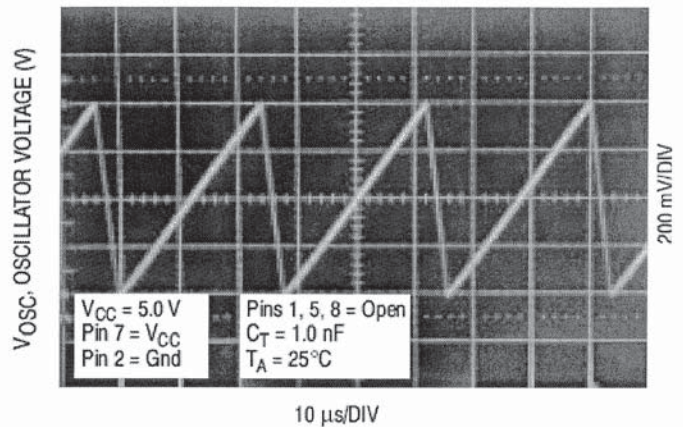


PDIP-8

- Operation from 3.0 V to 40 V Input
- Low Standby Current
- Current Limiting
- Output Switch Current to 1.5 A
- Output Voltage Adjustable
- Frequency Operation to 100 kHz
- Precision 2% Reference



Output Switch On-Off Time versus Oscillator Timing Capacitor



Timing Capacitor Waveform

Q26 - A partir des valeurs proposées sur le schéma précédent, en déduire la fréquence de fonctionnement de l'horloge de commande.

Q27 - On souhaite obtenir  $V_{\text{elec}} = 8\text{ V}$ , déterminer la valeur de réglage de P4.

Expliquer le fonctionnement de la commande du transistor T2.

On suppose, dans la suite, que la charge appliquée sur la sortie  $V_{\text{elec}}$  est une résistance  $R$  et qu'elle consomme  $10\text{ A}$ . Nous souhaitons avoir une ondulation maximale de  $0,5\text{ V}$  sur cette sortie. La tension  $V_{\text{bat}}$  est supposée égale à  $13\text{ V}$ . On négligera la présence du condensateur  $C_{12}$  dans un premier temps.

Nous allons déterminer les composants dont la valeur n'est pas indiquée.

Q28 - On demande de déterminer la tension aux bornes de la charge  $R$  en régime permanent en boucle ouverte. Que se passe-t-il en boucle fermée ?

Q29 - Comment dimensionner le condensateur de filtrage  $C_{12}$  ?

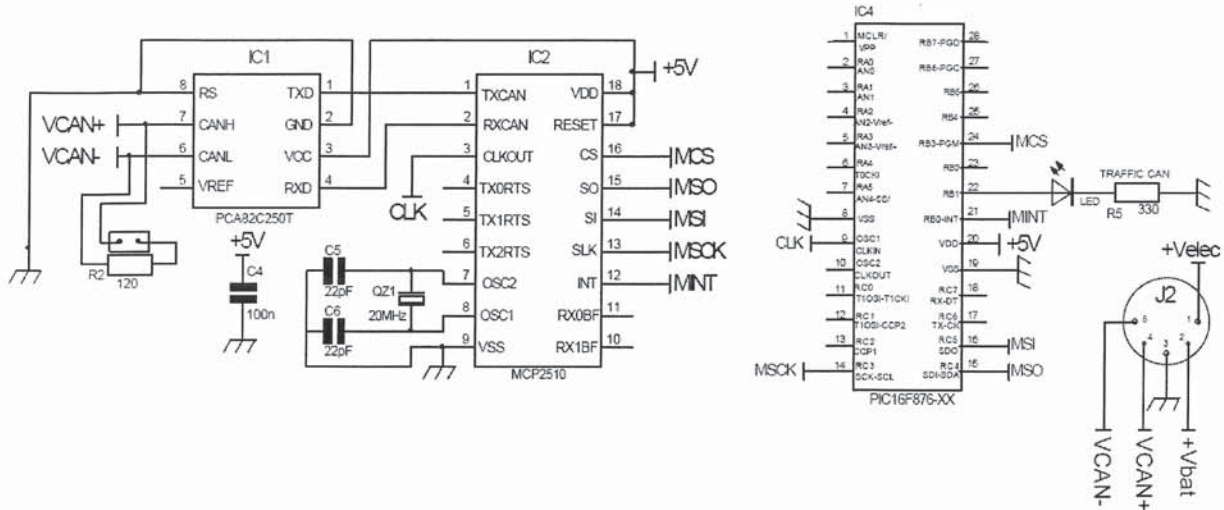
Q30 - Que peut-on dire de la valeur maximale du courant dans le transistor T2 ?

Comment peut-on le limiter à 1,2 fois sa valeur nominale ?

## Transmission des données

L'aspect modulaire du système étudié réside dans le fait de disposer de modules de différentes natures. Tous les modules sont interconnectés via le bus système qui assure, en plus de la distribution d'énergie, l'échange de données grâce au bus CAN.

Construit sur un modèle similaire, la plupart des modules de base utilisent l'architecture suivante en ce qui concerne l'échange des données :



Dans l'étude qui suit nous allons aborder différents aspects concernant la transmission des données.

## Principe de fonctionnement du bus CAN.

Dans cette partie, on se propose de rappeler les principes de base qui régissent l'utilisation du bus CAN en tant qu'outil de transmission pour des données numériques.

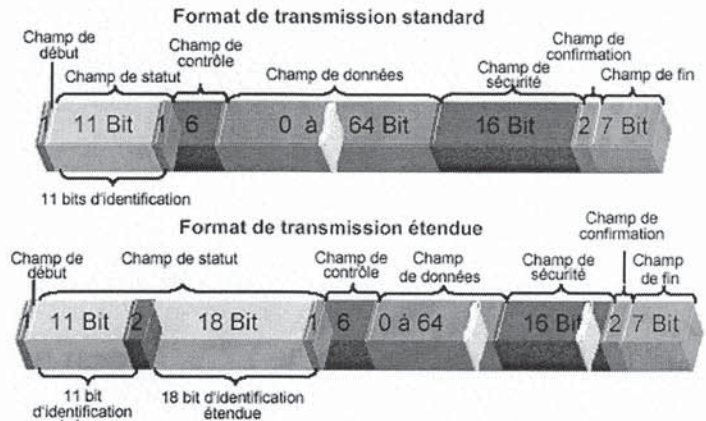
**Q31 - On demande de représenter la topologie physique d'interconnexion des modules au bus CAN.**

Traditionnellement dans les réseaux, on pratique un adressage de nœud : chaque hôte sur le réseau possède son adresse et lorsqu'il envoie un message à une autre station, il précise sa propre adresse (adresse émetteur) et l'adresse du destinataire. Parce que l'adressage de nœud n'offre pas une bonne élasticité (il faut connaître les adresses et de ce fait toute modification au réseau entraîne une redécouverte de celles-ci), on a adopté pour le bus CAN un adressage d'objet utilisant des identifiants ou ID.

Le protocole CAN comporte deux sous-spécifications qui diffèrent au niveau de la taille de l'ID :

Trame standard (CAN 2.0A) avec un ID sur 11 bits,

Trame étendue (CAN 2.0B) avec un ID sur 29 bits. CAN 2.0B assure la compatibilité ascendante avec la précédente version.



**Q32 - Comment s'effectuent les échanges entre équipements sur le bus CAN ?**

Parce que, pour les réseaux non déterministes classiques, les collisions peuvent avoir un effet catastrophique sur le flux des données, le bus CAN utilise une technique de bits dominants et récessifs.

Le bus peut prendre deux états :

- état dominant (correspondant à un niveau logique 0),
- état récessif (correspondant à un niveau logique 1).

En cas de transmission simultanée (par deux nœuds) de deux niveaux différents, c'est l'état dominant qui l'emporte.

Le bus CAN utilise une méthode d'arbitrage bit à bit pour l'accès au bus. Cette méthode est appelée CSMA/CR.

**Q33 - Que veulent dire ces abréviations ?**

Si 3 équipements  $N_i$ , qui ont pour identifiant respectivement 01101111001, 01001111001 et 01100101001 transmettent simultanément, qu'obtient-on sur le bus ?

On donne sur le document réponse R-Q34 un extrait du document ISO représentant, pour le modèle OSI, le détail des sous-couches concernées par les spécifications du bus CAN.

**Q 34 - On demande, sur le document réponse R-Q34 :**

- de représenter le modèle OSI à 7 couches et de situer les sous-couches présentées par rapport aux couches du modèle OSI à 7 couches.
- de compléter la colonne SPECIFICATION en délimitant les sous-couches concernées par les spécifications du protocole CAN.
- de compléter, la colonne IMPLEMENTATION, afin d'y faire figurer les 3 composants du schéma structurel donné précédemment.

## Etude de la couche physique utilisée par le bus CAN.

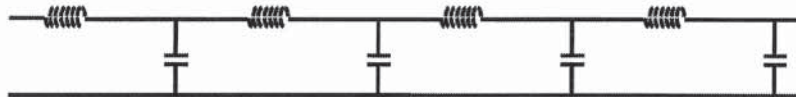
La couche physique requiert une attention toute particulière car c'est elle qui, dans un environnement industriel, conditionne la fiabilité et les performances des transmissions. De nombreux paramètres et choix technologiques doivent être pris en considération lors de sa mise en place.

### La ligne de transmission.

Pour le bus CAN, comme pour la plupart des modes de transmission, le support utilisé doit être considéré comme une ligne de transmission car sa longueur n'est pas suffisamment faible devant la longueur d'onde des signaux transmis.

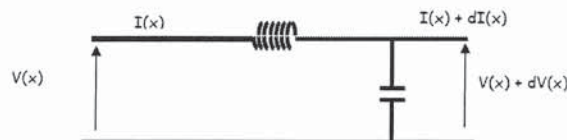
On est obligé de tenir compte de la vitesse de propagation des grandeurs électriques qui est forcément inférieure à la vitesse de la lumière.

Par conséquent, à un instant donné, tensions et courants ne seront pas identiques en tout point d'un conducteur, comme on a l'habitude de l'admettre dans ce qu'on appelle l'approximation des états quasi-stationnaires.



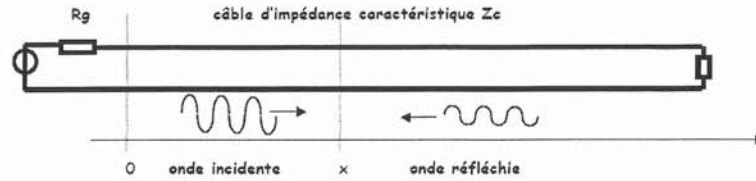
On peut considérer que la ligne est formée d'une infinité de tronçons de longueur infiniment petite  $dx$ . Un tel élément de ligne est essentiellement caractérisé par une inductance  $L$  et une capacité  $C$  (on néglige les résistances et admittances de pertes).

La longueur de ce tronçon étant petite vis-à-vis de la longueur d'onde, on peut l'étudier comme un circuit électrique classique.



Bien que le bus CAN véhicule une information numérique par le biais de signaux numériques, on se propose de qualifier les problèmes d'impédance en régime sinusoïdal.

**Q35 - Montrer que, pour une entrée sinusoïdale, la tension sur la ligne est la somme de deux termes qui représentent deux ondes progressives se propageant en sens contraire.**



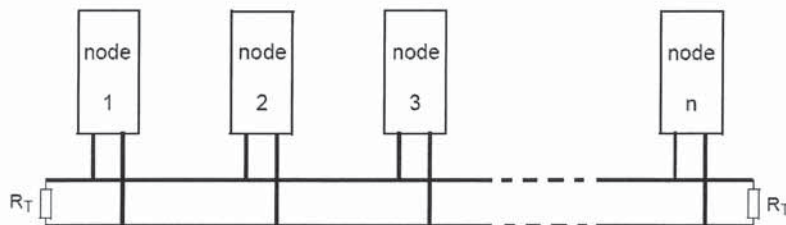
Q36 - Déduire des calculs précédents la valeur de l'impédance caractéristique  $Z_c$  et vérifier que, si le câble utilisé présente une capacité linéique de  $30\text{pF}$  et une inductance linéique de  $0,1\mu\text{H}$ , on retrouve bien la valeur préconisée pour le bus CAN.

### Le nombre d'équipements sur le bus.

La norme CAN impose des contraintes liées à la longueur du bus, à la vitesse de transmission et au nombre d'équipements connectés.

Nous allons vérifier comment les structures physiques utilisées influent sur ces paramètres.

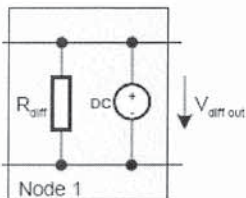
Dans le cas général, on utilise l'organisation ci-dessous :



On donne le schéma équivalent du moteur de bus utilisé :

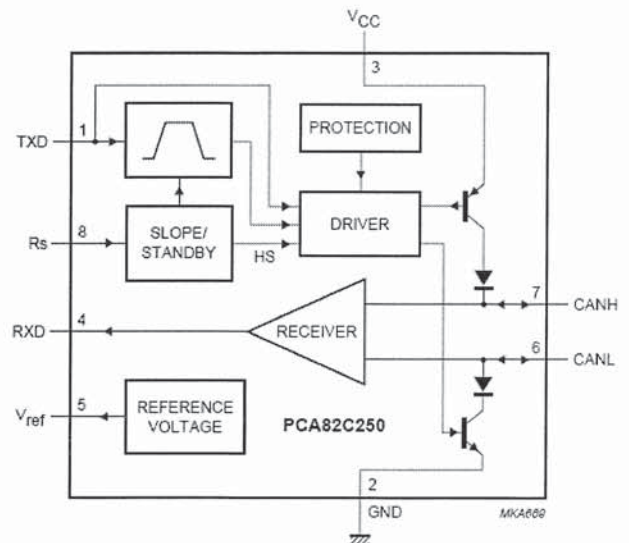
Le constructeur indique qu'un émetteur peut piloter une charge  $R_L$  de valeur minimale  $45\Omega$ .

Le schéma équivalent d'un nœud émetteur est le suivant :



où  $V_{diff\ out\ mini} = 1,5V$

Le schéma équivalent d'un récepteur se réduit à  $R_{diff} = 20k\Omega$  avec  $V_{diff\ in\ min} = 0,75V$



Q37 - Que peut-on dire de l'état des transistors pour un nœud émetteur et un nœud récepteur ? (dans le cas normal où on a un seul nœud qui émet).

Compléter, sur le document réponse R-Q37, le schéma électrique équivalent d'un bus CAN comportant un émetteur et  $n$  récepteurs. Les deux résistances  $R_w$  représentent la résistance des fils du bus.

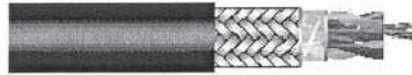
Q38 - En supposant que les résistances  $R_w$  sont négligeables devant les autres résistances, déterminer le nombre de nœuds  $n_{max}$  que l'on peut connecter sur un bus CAN.

### Le choix du câble.

On se propose de déterminer l'influence du câble utilisé sur la longueur du bus et ce pour un nombre  $n$  d'équipements connectés.

On donne, ci-dessous, un extrait de la notice du constructeur pour le câble.

Gaine PVC gris ou noir



Ame cuivre étamé

Emploi	Câble de liaison pour électronique, informatique, asservissements, régulation, mesures et signalisation, lorsque les signaux doivent être protégés des perturbations et parasites extérieurs. Particulièrement destiné aux marchés d'exportation.
--------	---

Caractéristiques	Excellente atténuation de la diaphonie par torsadage des conducteurs en paires. Antiparasitage par blindage général.
------------------	--

Construction	Ame en cuivre étamé multibrins style 1061. Isolation en PVC semi-rigide, épaisseur de 0,25 mm, diamètre du conducteur isolé 1,0 à 1,5 mm. Identification des conducteurs par code couleur international. Câble constitué d'un toron de 1 à 12 paires, maintenu par un ruban de polyester transparent. Blindage général par tresse de cuivre étamé, taux de recouvrement env. 85%.
--------------	---

Résistant aux huiles et hydrocarbures, utilisable dans une large plage de températures.

Rayon de courbure minimum 5 x le diamètre extérieur du câble.

Conditionnement Habituellement en couronnes de 100 m.

CARACTERISTIQUES A 20° C					
Type AWG	28	26	24	22	20
Section en mm <sup>2</sup>	0.09	0.14	0.22	0.34	0.56

Composition de l'âme:					
nombre de brins	7	7	7	7	7
diamètre en mm	0.13	0.16	0.20	0.25	0.32
Tension de service max.en V	300	300	300	300	300
Tension d'essai c/c en V	1500	1500	1500	1500	1500
Résistance linéique en Ohm/km	210	149	93	55	34
Résistance diélectrique en MOhm/km	100	153	153	153	153
Capacité c/c + blind.à la terre en pF/m	72	84	96	100	108

**Q39 - On demande de déterminer la longueur maximale Lmax du bus, si l'on utilise du câble de type AWG24 ou du câble AWG22 et ce pour n=25, n=50 et n=100 (n nombre d'équipements connectés).**

Conclusion ?

**La vitesse de transmission.**

Le bus CAN propose pour les équipements des vitesses de transmission normalisées qui varient entre 10kb/s et 1Mb/s. L'arbitrage au niveau du bit, impose une contrainte de longueur maximale du bus.

**Q40 - Montrer que le principe d'arbitrage utilisé impose que le "Temps Bit" soit supérieur à 2 fois la durée de propagation (notée tp) à travers le câble.**

Déterminer les longueurs maximales du câble dans le cas d'une transmission à 128kb/s et à 1Mb/s si l'on considère que la vitesse de propagation des ondes dans les câbles est de l'ordre de 200 000km/s.

**Synthèse sur la couche physique.**

**Q41 - Des questions précédentes, déduire un exemple de méthode de choix des caractéristiques physiques du bus CAN.**

## Utilisation du bus CAN.

On donne ci-dessous un extrait du programme de gestion du module énergie :

```
#include "can.c"           //driver can

/* identifiants bus can */
#define i_ren  0x301       //émission vers le module de contrôle
#define i_rmain 0x300     //réception depuis le module de contrôle

/* variables du système */
int16 en_ve;              //tension d'entrée
int16 en_vs;              //tension de sortie
int16 en_ie;              //courant d'entrée
int16 en_is;              //courant de sortie
int charge;               //indicateur de charge
int full;                 //indicateur de charge complète
int empty;                //indicateur de décharge

/* déclaration des fonctions */
void init();
void gest_can();
void gestion();           //mesure et gestion de la charge de la batterie

#define led_on output_high(PIN_B1)
#define led_off output_low(PIN_B1)
.....
/* programme principal */
void main()
{
    can_init();           //initialisation périphérique
    .....
    while (1)
    {
        led_off;
        gestion();
        gest_can();
    }
}

/* définitions des fonctions */

void gestion(){ .....}

void gest_can(){
    if ( can_kbhit() ){ //y a t il des données dans le buffer ?...
        if(can_getd(crx_id, &ctxbuf[0], crx_len, rxstat)){ //...si oui lecture des données
            if (crx_id == i_rmain) {
                led_on; // change la LED system
                ctxbuf[0]=en_ve;
                ctxbuf[1]=en_ie;
                ctxbuf[2]=en_is;
                ctxbuf[3]=en_vs;
                ctxbuf[4]=charge;
                ctxbuf[5]=full;
                ctxbuf[6]=empty;
                can_putd(i_ren, &ctxbuf[0], 7,1,1,0); //réponse avec 7 octets de buffer
            }
        }
    }
}
```

Q42 - On demande, après analyse du programme principal, d'expliquer comment on utilise le bus CAN dans cet exemple. On précisera les fonctions utilisées et leur rôle et on indiquera les types de trames utilisées dans cet exemple.

Que peut-on dire de l'origine et du destinataire des informations ?

Q43 - En utilisant :

- la représentation d'une trame vue précédemment (format classique et non étendue)

- le fait que la vitesse sur le bus soit de 128kb/s
- le fait que le demandeur (unité de gestion) envoie une trame de request toutes les secondes

On demande de calculer **T** le taux d'occupation du bus (en %) lié à cet échange.

## Utilisation du réseau Ethernet.

L'unité de gestion du système de sécurité utilise un calculateur plus performant que le microcontrôleur PIC des modules de base.

Ce calculateur est construit autour d'une carte processeur PC104 et d'une carte disposant d'une interface CAN permettant la connexion au bus système.

La carte processeur dispose d'une interface Ethernet et utilise comme système d'exploitation Windows CE.

Le réseau Ethernet dispose de 2 routeurs dont l'adresse est respectivement 172.17.200.1 et 172.17.100.1 et de 2 serveurs DNS dont l'adresse est respectivement 172.17.200.2 et 172.17.100.2

L'interface Ethernet du calculateur utilise l'adresse IP 172.17.1.100 et le masque est fixé à 255.255.128.0

**Q44 - Comment peut-on caractériser le type de réseau Ethernet utilisé en ce qui concerne l'adressage IP?**

**Q45 - Comment doit-on compléter les paramètres Ethernet pour notre calculateur ?**

Le calculateur dialogue avec un serveur dont le nom est S1. Le calculateur exécute une application dont on donne quelques extraits du code source ci-dessous.

```
using namespace MySql::Data::MySqlClient;

int main() {

    string connStr = "server=S1;user id=root; password=; database=energie; pooling=false";

    MySqlConnection cn = new MySqlConnection( connStr );
    try
    {
        cn->Open();
    }
    catch (MySqlException^ ex)
    {
        Console::WriteLine("connexion impossible: ",ex );
    }

    try
    {
        string query1 = "SELECT * FROM vbat";
        OleDbCommand c1 = new OleDbCommand(query1, cn);

        OleDbDataReader myReader;
        myReader = c1Command->ExecuteReader();
        while (myReader->Read()) {
            Console::WriteLine("{0}, {1}, {2}", myReader->GetInt32(0), myReader->GetString(1), myReader->GetString(2));
        }
        myReader->Close();
    }
    catch (Exception^ )
    {
        Console::WriteLine("Echec lors de la lecture!");
    }

    try
    {
        string data1 = "vbat";
        string data2 = "time";
        string data3 = "data";
        string query2 = "INSERT INTO vbat (time,data) VALUES (" + data1 + "," + data2 + "," + data3 + ")";
        OleDbCommand c2 = new OleDbCommand(query2, cn);
        c2->ExecuteNonQuery();
    }
    catch (Exception^ )
    {
        Console::WriteLine("L'enregistrement existe deja !");
    }

    cn->Close();
}
```

Q46 - Que peut-on dire de la fonction de S1 (du moins de celle qui correspond à l'activité du calculateur) ?

Préciser le rôle des zones délimitées par des pointillés.

Qualifier les zones de texte commençant par SELECT et INSERT.

Donner un exemple de l'utilisation du langage objet dans cet extrait de code.

A quoi servent les zones try...catch... ?

Le paramétrage DNS, cité précédemment, est-il indispensable dans le cas de notre calculateur ?



## Les capteurs

En ce qui concerne la partie applicative, de nombreux modules sont disponibles afin de permettre l'utilisation de différents capteurs. Pour ces capteurs, on distingue :

Les capteurs « monobloc » qui sont directement intégrés dans le module. L'électronique de traitement et le capteur sont solidaires du module lui-même.

Les capteurs déportés qui sont éloignés du module et qui échangent l'information avec le module au moyen d'une liaison à boucle de courant ou autre.

Dans l'étude qui suit nous allons aborder différents aspects concernant l'utilisation de ces capteurs.

### Etude d'un détecteur explosimétrique.

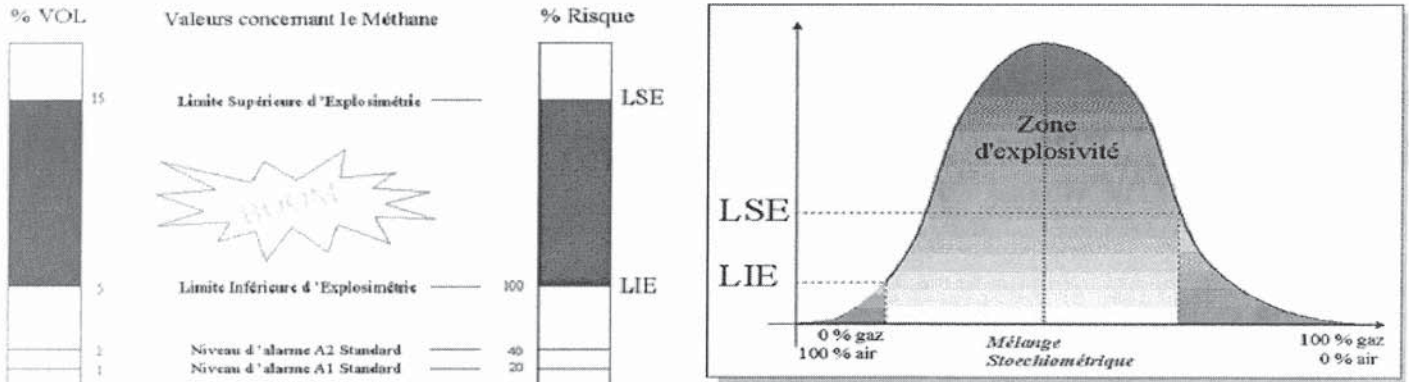
Les gaz aux vapeurs combustibles (groupe des hydrocarbures saturés...) sont, entre autres, caractérisés par les grandeurs suivantes :

**LIE** : C'est la concentration en volume d'un gaz, à partir de laquelle il peut être enflammé.

**LSE** : C'est la concentration maximale en volume d'un gaz, au dessus de laquelle il ne peut être enflammé.

**Densité** : Densité relative par rapport à l'air.

Pour détecter un risque d'explosion, il faut mesurer la concentration du gaz et détecter quand elle atteint la valeur LIE. On donne, en exemple, le cas du méthane :



Noms	Formule	LIE%	LSE%	Densité
Méthane	CH <sub>4</sub>	5	15	0,6
Ethane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	3,1	12,45	1
Propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	2,1	10,1	1,6
Butane	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1,86	8,41	2,1

Les détecteurs de gaz de la série 300 sont destinés à la détection de gaz aux vapeurs combustibles.

Ils sont basés sur l'oxydation catalytique du platine et ils utilisent le principe du catharomètre qui permet de déterminer la concentration d'un gaz en mesurant la conductibilité thermique.



On dispose deux filaments métalliques identiques à l'intérieur d'une cellule antidéflagrante. Cette dernière est baignée par le gaz dont on veut mesurer la concentration.

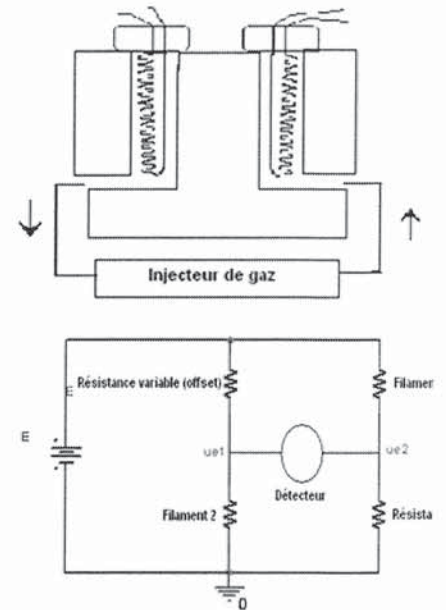
Les filaments ont une résistance électrique qui varie avec la conductivité thermique du gaz entourant les filaments.

Si le gaz arrivant sur les filaments est de l'air, les filaments présentent une résistance  $R_0$ .

Si le gaz arrivant sur les filaments est par exemple du propane, la conductivité du gaz autour des filaments est différente. Les filaments présentent alors une résistance  $R_c$  qui est fonction de la concentration du gaz injecté.

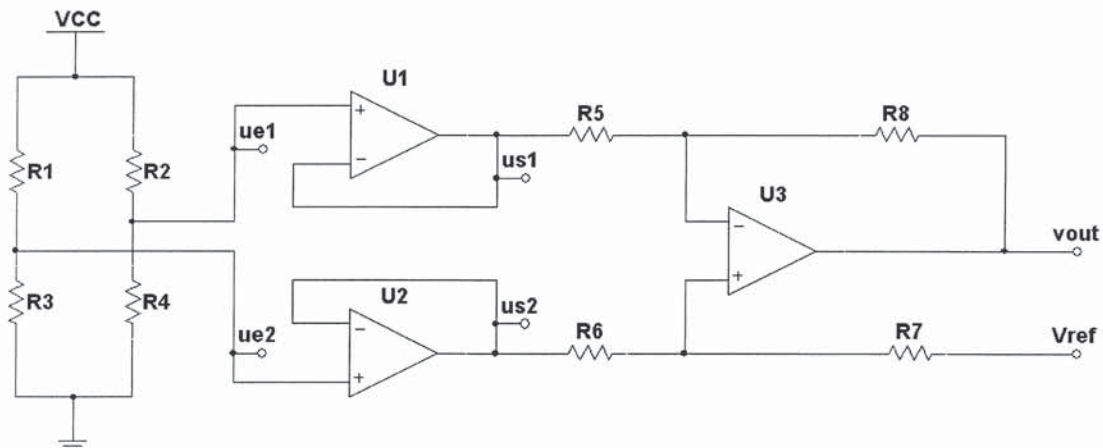
La détection est réalisée en utilisant un pont de Wheatstone. Le courant injecté est de l'ordre de 340mA.

Le pont est équilibré quand le gaz est de l'air. Tout déséquilibre indique la présence de gaz à vapeur combustible et la quantification de se déséquilibre permet d'en déduire la concentration.



On se propose d'étudier les performances de la structure électronique qui permet de produire la tension qui sera appliquée à l'entrée de conversion analogique/numérique du microcontrôleur du module afin d'être convertie puis transmise sur le bus CAN.

Dans un premier temps nous utilisons le circuit suivant où les amplificateurs sont alimenté entre 0 et  $V_{cc}$  :



Q47 - Déterminer l'expression de  $v_{out}$  en fonction de  $ue_1$ ,  $ue_2$  et  $V_{ref}$  et des éléments du montage.

Q48 - On donne  $R_1=R_4=r$  et  $R_2=R_3=r+dr$  où  $R_2$  et  $R_3$  désigne les filaments du capteur présenté ci-dessus. De plus, on  $R_5=R_6=R$  et  $R_7=R_8=k.R$

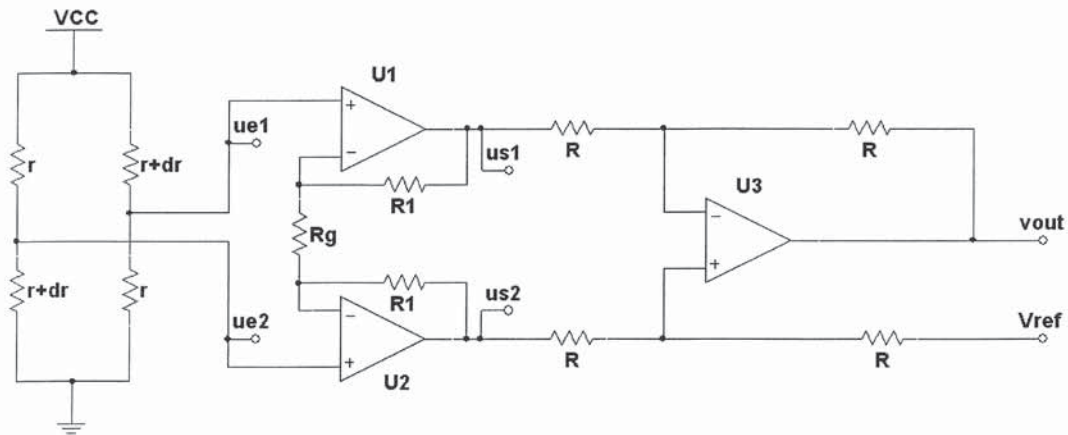
Déterminer l'expression de  $v_{out}$  en fonction de  $r$ ,  $dr$ ,  $V_{ref}$ ,  $V_{cc}$  et  $k$ .

Que peut-on dire de l'utilité de  $V_{ref}$  ?

Comment choisir les amplificateurs et le gain  $k$  dans le cas ou on souhaite une dynamique maximale en sortie si  $|dr|_{max}=0,05.r$  ?

Quel est le principal inconvénient du montage précédent ?

On utilise maintenant le montage suivant :



Q49 - Déterminer la tension  $vout$  en fonction de  $V_{ref}$ ,  $V_{cc}$  et  $dr$ .

Q50 - Quel est l'avantage de cette structure par rapport à la précédente ?

En fait, la mise en œuvre des principes développés ci-dessus, est grandement facilitée par l'utilisation de composants spécialisés comme celui dont on donne ci-dessous un extrait de la notice :



## Zero Drift, Digitally Programmable Instrumentation Amplifier

### AD8231

#### FEATURES

Digitally/pin programmable gain

$G = 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128$

Specified from  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $+125^{\circ}\text{C}$

50 nV/ $^{\circ}\text{C}$  maximum input offset drift

10 ppm/ $^{\circ}\text{C}$  maximum gain drift

Excellent dc performance

80 dB minimum CMR,  $G = 1$

15  $\mu\text{V}$  maximum input offset voltage

500 pA maximum bias current

0.7  $\mu\text{V}$  p-p noise (0.1 Hz to 10 Hz)

Good ac performance

2.7 MHz bandwidth,  $G = 1$

1.1 V/ $\mu\text{s}$  slew rate

Rail-to-rail input and output

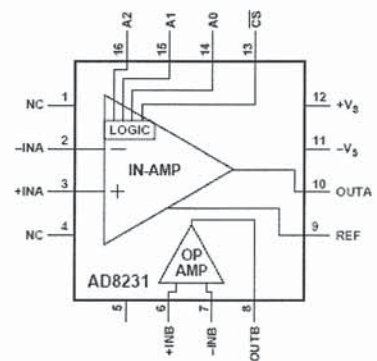
Shutdown/multiplex

Extra op amp

Single supply range: 3 V to 6 V

Dual supply range:  $\pm 1.5$  V to  $\pm 3$  V

#### FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



#### GENERAL DESCRIPTION

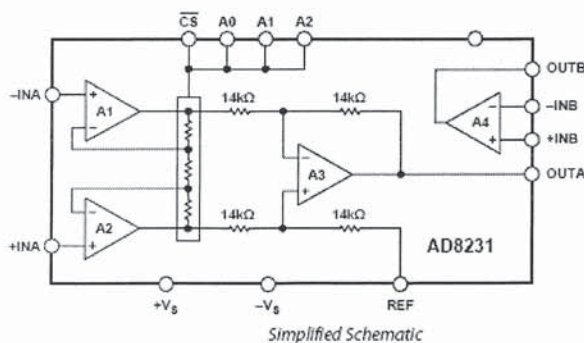
The AD8231 is a low drift, rail-to-rail, instrumentation amplifier with software programmable gains of 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, or 128. The gains are programmed via digital logic or pin strapping.

The AD8231 is ideal for applications that require precision performance over a wide temperature range, such as industrial temperature sensing and data logging. Because the gain setting resistors are internal, maximum gain drift is only 10 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ . Because of the auto-zero input stage, maximum input offset is 15  $\mu\text{V}$  and maximum input offset drift is just 50 nV/ $^{\circ}\text{C}$ . CMRR is also guaranteed over temperature at 80 dB for  $G = 1$ , increasing to 110 dB at higher gains.

The AD8231 also includes an uncommitted op amp that can be used for additional gain, differential signal driving or filtering. Like the in-amp, the op amp has an auto-zero architecture, rail-to-rail input, and rail-to-rail output.

The AD8231 includes a shutdown feature that reduces current to a maximum of 1  $\mu\text{A}$ . In shutdown, both amplifiers also have a high output impedance. This allows easy multiplexing of multiple amplifiers without additional switches.

The AD8231 is specified over the extended industrial temperature range of  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $+125^{\circ}\text{C}$ . It is available in a 4 mm  $\times$  4 mm 16-lead LFCSP (chip scale).



#### Truth Table for AD8231 Gain Settings

CS	A2	A1	A0	Gain
Low	Low	Low	Low	1
Low	Low	Low	High	2
Low	Low	High	Low	4
Low	Low	High	High	8
Low	High	Low	Low	16
Low	High	Low	High	32
Low	High	High	Low	64
Low	High	High	High	128
High	X	X	X	No change

### AMPLIFIER ARCHITECTURE

The AD8231 is based on the classic 3-op amp topology. This topology has two stages: a preamplifier to provide amplification, followed by a difference amplifier to remove the common-mode voltage. Figure shows a simplified schematic of the AD8231. The preamp stage is composed of Amplifier A1, Amplifier A2, and a digitally controlled resistor network. The second stage is a gain of 1 difference amplifier composed of A3 and four 14 kΩ resistors. Amplifier A1, Amplifier A2, and Amplifier A3 are all zero drift, rail-to-rail input, rail-to-rail output amplifiers.

The AD8231 design makes it extremely robust over temperature. The AD8231 uses an internal thin film resistor to set the gain. Since all of the resistors are on the same die, gain temperature drift performance and CMRR drift performance are better than can be achieved with topologies using external resistors. The AD8231 also uses an auto-zero topology to null the offsets of all its internal amplifiers. Since this topology continually corrects for any offset errors, offset temperature drift is nearly nonexistent.

The AD8231 also includes a free operational amplifier. Like the other amplifiers in the AD8231, it is a zero drift, rail-to-rail input, rail-to-rail output architecture.

### GAIN SELECTION

The AD8231's gain is set by voltages applied to the A0, A1, and A2 pins. To change the gain, the  $\overline{CS}$  pin must be driven low. When the  $\overline{CS}$  pin is driven high, the gain is latched, and voltages at the A0 to A2 pins have no effect. Table shows the different gain settings.

The time required for a gain change is dominated by the settling time of the amplifier. The AD8231 takes about 200 ns to switch gains, after which the amplifier begins to settle.

**Q51 - Proposer le schéma structurel permettant la mise en œuvre du composant présenté dans le cadre de l'utilisation de notre capteur.**

On précisera les connexions à effectuer ainsi que la liste des tâches à effectuer par le microcontrôleur afin d'obtenir le fonctionnement souhaité.

### Etude d'un capteur de température à boucle de courant.

*La boucle de courant 4-20 mA permet la transmission d'un signal analogique sur une grande distance sans perte ou modification de ce signal. Elle est devenue un standard industriel car elle est très précise et n'est pas affectée par la résistance des fils et par les variations de la tension d'alimentation.*

*Cette technique permet à notre système d'utiliser des capteurs éloignés du module de mesure.*

*Pour réaliser la boucle 4-20 mA, il faut au moins 4 éléments : l'émetteur, l'alimentation de la boucle, les fils de la boucle et le récepteur. Ces 4 éléments sont connectés ensemble pour former une boucle.*

**Q52 - Proposer un schéma de principe présentant ces différents éléments.**

*Le capteur utilisé est une résistance de type Pt100. Ce type de composant permet de faire des mesures dans une plage allant de -200 à +850 °C.*

*La norme DIN IEC 751 indique que l'on peut utiliser les équations suivantes pour calculer la valeur  $R(T)$  :*

- -200 à 0 °C :  $R(T) = 100 (1 + 3,90802 \cdot 10^{-3}T - 0,5802 \cdot 10^{-6}T^2 - 4,27350 \cdot 10^{-12}T^3)$
- 0 à 800 °C :  $R(T) = 100 (1 + 3,90802 \cdot 10^{-3}T - 0,5802 \cdot 10^{-6}T^2)$

*avec  $R$  en  $\Omega$  et  $T$  en °C*

*On souhaite faire l'acquisition de températures allant de -100°C à +100°C.*

*On donne le schéma de principe de l'émetteur.*