



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux  
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR GENIE OPTIQUE

**Epreuve U41 : électronique – informatique industrielle**

**SESSION 2014**

**Durée 1h 30**

**Coefficient : 1,5**

**Matériel autorisé :**

*Toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante. (circulaire n° 99-186, du 16/11/1999)*

**Tout autre matériel est interdit**

**Aucun document n'est autorisé**

*Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Ce sujet comporte 15 pages numérotées de 1 à 15*

Ce sujet comporte 5 parties indépendantes.

Répartition du temps conseillée :

- Lecture du sujet : 5 minutes
- FP1 : 10 minutes
- FP2 : 10 minutes
- FP3 : 25 minutes
- FP4 : 20 minutes
- FP5 : 20 minutes

Documents :

- Sujet : pages 4 à 8
- Documents réponses : pages 9 et 10
- Documentation technique : pages 11 à 15

BTS GÉNIE OPTIQUE	<b>SUJET</b>	SESSION 2014
U 41 : Electronique – informatique industrielle	Code : GOEII	Page : 1/15

# ETUDE D'UN DISPOSITIF DE MESURE DE LA VITESSE DE BULLES DE GAZ DANS UN LIQUIDE

## Présentation générale

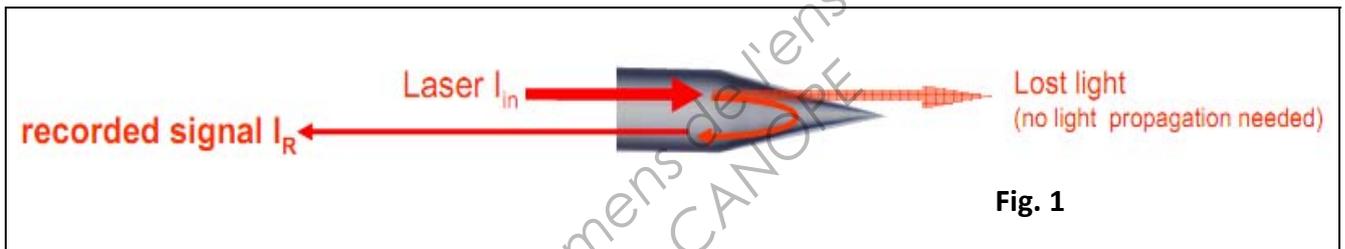
L'injection de bulles d'air (plus généralement de gaz) dans un liquide présente de nombreuses applications dans l'industrie, la médecine, la recherche...

Le système étudié ici permet la mesure de la vitesse  $V$  des bulles dans le liquide.

Il est constitué d'une sonde associée à un module optoélectronique et d'un ensemble microcontrôleur + afficheur.

L'extrémité de la sonde est une Fibre Optique (FO) qui perfore la bulle en déplacement à la vitesse  $V$  à mesurer.

Elle est taillée en pointe (voir Figure 1) pour permettre une pénétration progressive dans la bulle.

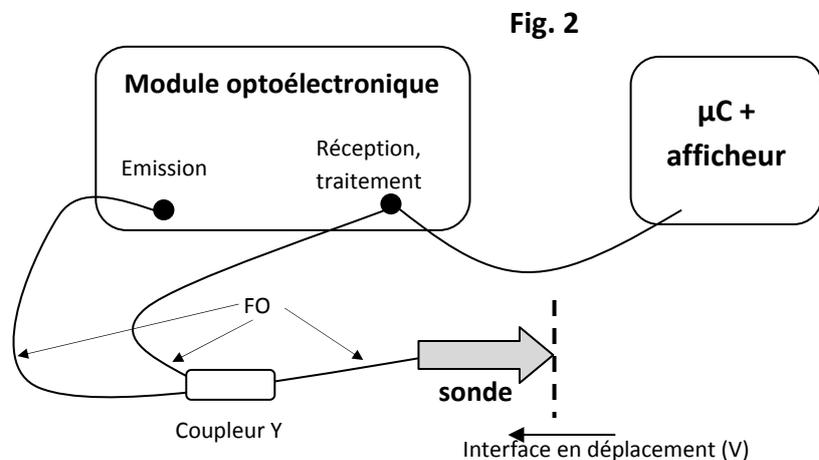


Le module optoélectronique a un rôle double :

- Emettre de la lumière dans la FO reliée à la sonde («Laser  $I_{in}$ » sur la Fig. 1).
- Réceptionner et traiter la lumière réfléchiée dans la FO par l'interface liquide – gaz constituée par la bulle en mouvement à la vitesse  $V$  dans le liquide («recorded signal  $I_R$ » Fig. 1).

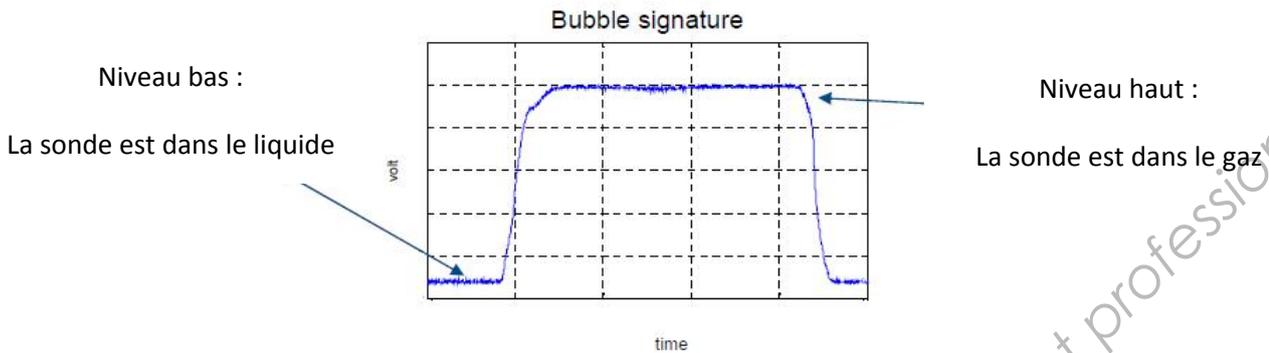
Le microcontrôleur associé à l'afficheur permet un affichage de la vitesse  $V$ .

La Figure 2 ci-contre schématise le principe mis en jeu.



BTS GÉNIE OPTIQUE	<b>SUJET</b>	SESSION 2014
U 41 : Electronique – informatique industrielle	Code : GOEII	Page : 2/15

Le signal lumineux réfléchi par l'interface liquide - gaz a l'allure donnée Figure 3 une fois traité électroniquement.

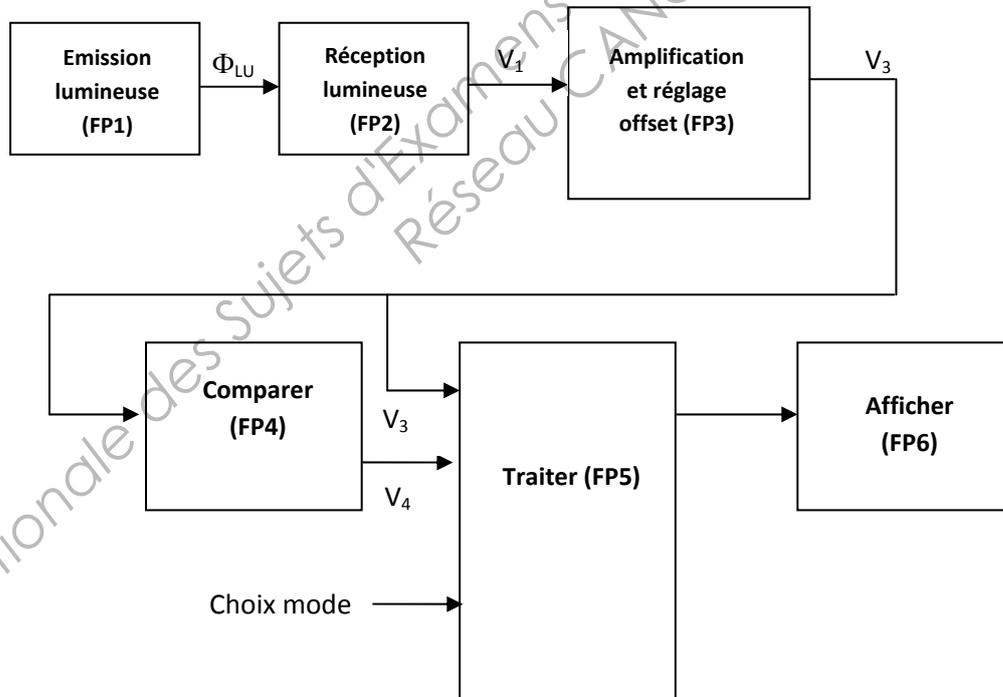


La mesure du temps de montée  $\Delta t$  renseigne sur la vitesse  $V$  si l'on connaît la longueur active  $L$  de la

pointe de la FO :

$$V = \frac{L}{\Delta t}$$

### Schéma fonctionnel



## Etude de FP 1

L'injection de la lumière dans la fibre optique est réalisée au moyen de la diode laser OPV302 (voir document technique page 11)

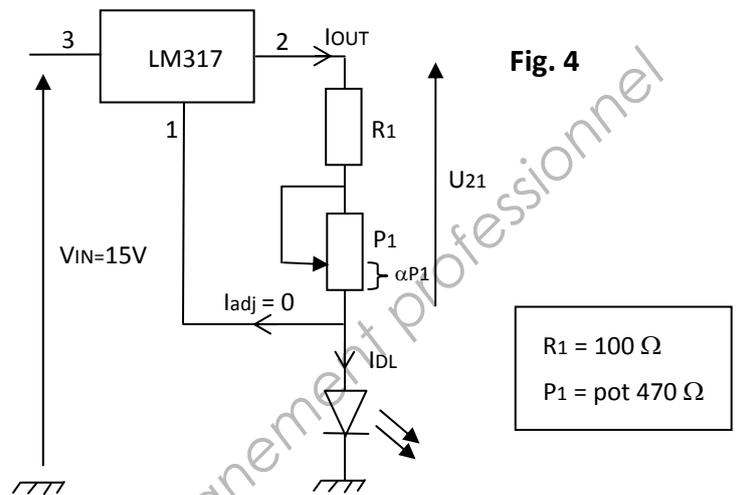
Le montage réalisé est donné Fig. 4.

Le circuit LM317T est un régulateur de tension monté ici en générateur de courant.

$P_1$  est un potentiomètre.

$\alpha P_1$  est la fraction de  $P_1$  utilisée dans le montage.  
( $0 < \alpha < 1$ )

On admet que  $U_{21} = C^{te} = 1,25V$ .



### Question 1

- Justifier que le courant  $I_{DL}$  dans la diode laser satisfait à  $I_{DL} = \frac{1,25}{R1 + \alpha P1}$ .
- Préciser l'unité de  $I_{DL}$  résultant de cette formule.

### Question 2

- Calculer la valeur à donner à  $\alpha P_1$  pour avoir  $I_{DL} = I_{DLnom} = 7 \text{ mA}$ .
- En déduire dans ces conditions la puissance lumineuse minimum  $P_{OT}$  émise par la diode laser.

## Etude de FP 2

**L'amplificateur opérationnel est supposé parfait et alimenté en  $\pm 15V$**

La lumière réfléchiée dans la Fibre Optique est reçue par la photodiode OP910 (voir document technique page 12).

### Question 3

- Indiquez la longueur d'onde correspondant à la sensibilité maximum de cette photodiode.
- Justifier le choix de cette photodiode pour cette application.

### Question 4

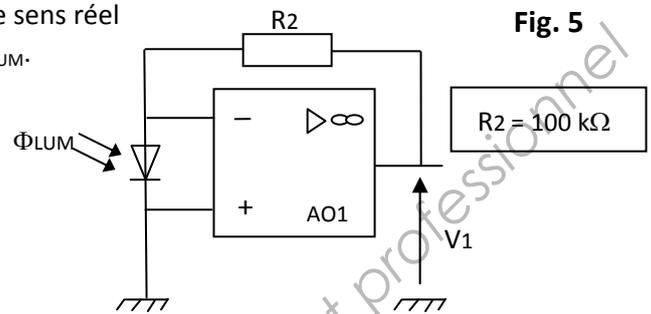
Expliquer le rôle du coupleur Y (voir Figure 2).

BTS GÉNIE OPTIQUE	<b>SUJET</b>	SESSION 2014
U 41 : Electronique – informatique industrielle	Code : GOEII	Page : 4/15

La conversion lumière – tension est réalisée par le montage indiqué Figure 5

### Question 5

- Flécher sur le document réponse N° 1 page 9 le sens réel du photo-courant  $I_\Phi$  image du flux lumineux  $\Phi_{LUM}$ .
- Donner l'expression de  $V_1$  en fonction de  $I_\Phi$  et  $R_2$ .

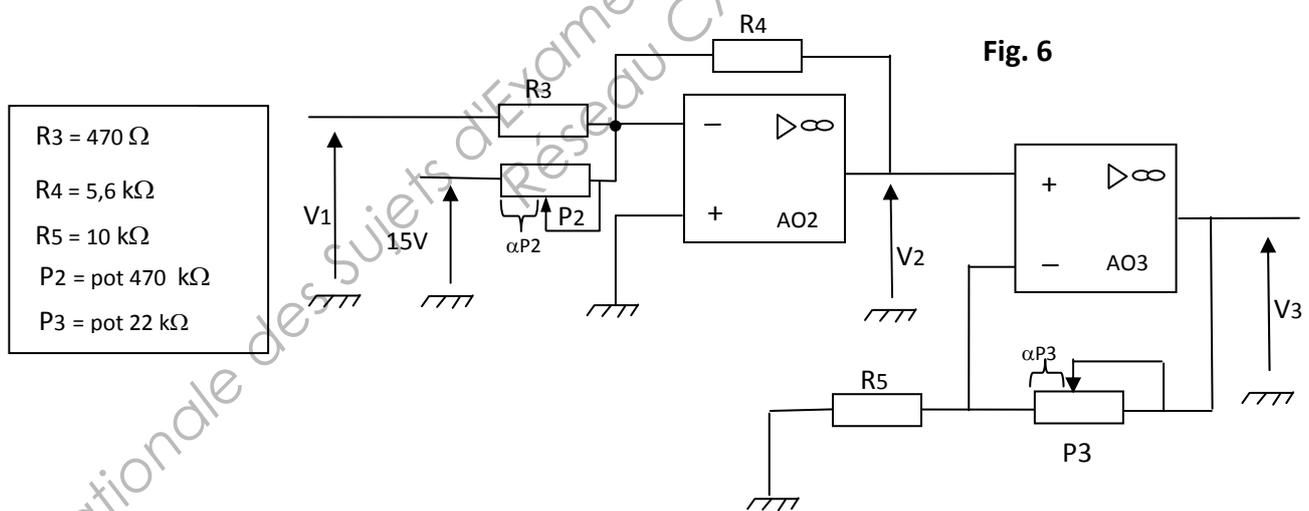


### Etude de FP3

**Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits et alimentés en  $\pm 15V$**

L'obtention du signal réfléchi donné Fig. 3 nécessite un réglage d'offset et une amplification de la tension  $V_1$  issue du montage photo-détecteur donné Fig. 5.

Le montage global est indiqué Fig. 6.



On donne ci-dessous la relation exprimant  $V_2$  en fonction de  $V_1$  et des éléments du montage

correspondant :

$$V_2 = -\left(\frac{R_4}{R_3}\right) \times V_1 - \left(\frac{R_4}{\alpha P_2}\right) \times 15.$$

### Question 6

- Calculer la valeur à donner à  $\alpha P_2$  pour avoir  $V_2 = 0 \text{ V}$  quand  $V_1 = -70 \text{ mV}$  (FO dans le liquide)
- En déduire la valeur de  $V_2$  quand  $V_1 = -0,3 \text{ V}$  (FO dans le gaz)

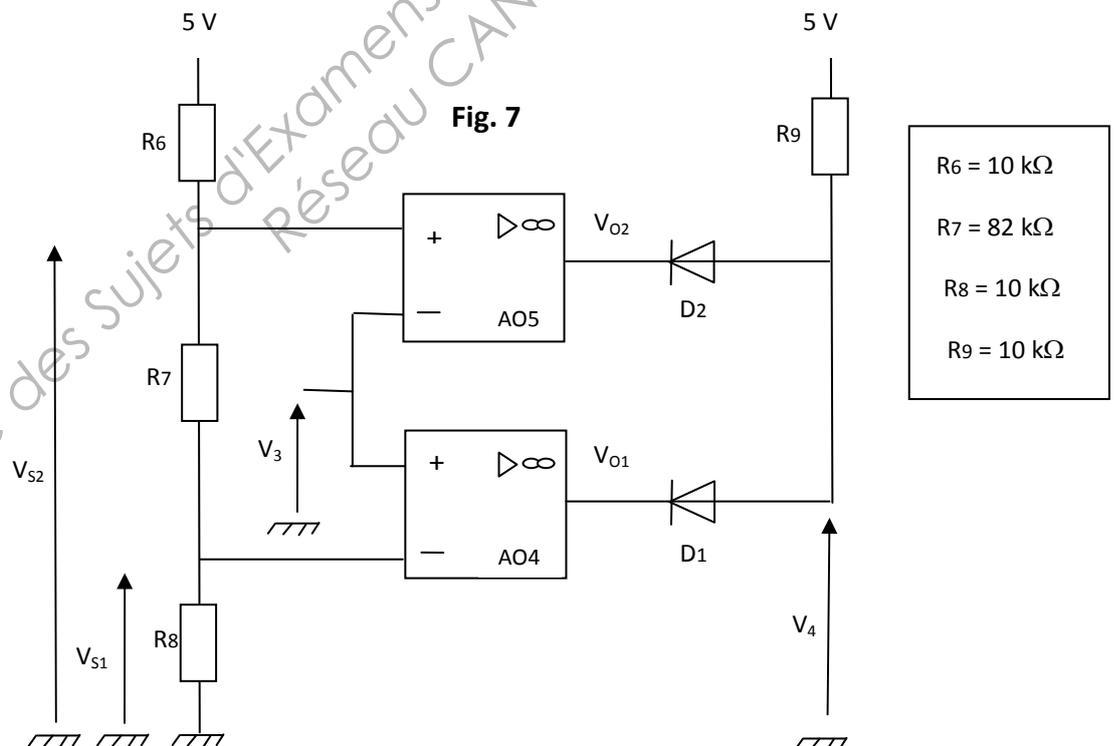
### Question 7

- Donner l'expression de  $V_3$  en fonction de  $V_2$  et des éléments du montage correspondant.
- Calculer la valeur à donner à  $\alpha P_3$  pour avoir  $V_3 = 5 \text{ V}$  quand  $V_1 = -0,3 \text{ V}$  (FO dans le gaz)
- Quelle sera la valeur de  $V_3$  quand  $V_1 = -70 \text{ mV}$  (FO dans le liquide) ?

## Etude de FP4

Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits et alimentés en 0 ; +5V.

La mesure du temps de montée du signal réfléchi par la sonde nécessite un circuit de mise en forme donné Fig. 7



### Question 8

Calculer les tensions de seuils  $V_{S1}$  et  $V_{S2}$ .

BTS GÉNIE OPTIQUE	<b>SUJET</b>	SESSION 2014
U 41 : Electronique – informatique industrielle	Code : GOEII	Page : 6/15

### Question 9

Compléter le document réponse N° 1 page 9, en indiquant la valeur des tensions  $V_{O1}$  et  $V_{O2}$ .

### Question 10

Compléter le tableau du document réponse N° 1 page 9, en indiquant l'état des diodes D1 et D2 (passant ou bloqué), la valeur de  $V_4$  (en Volt) et le niveau logique correspondant.

On donne :

- tension de seuil des diodes = 0,6V.
- Niveau logique 0 attribué à la tension la plus faible et niveau logique 1 attribué à la tension la plus forte (logique positive)

## Etude de FP5

La fonction FP5 composée du micro contrôleur PIC18F2455 associé à un afficheur, permet de déterminer le temps de montée du signal sonde, de calculer et d'afficher la vitesse des bulles.

En mode réglage, l'afficheur donne la valeur de la tension du signal sonde ce qui permet de régler l'offset puis l'amplification pour obtenir un signal identique à celui de la figure 3.

En mode mesure, l'afficheur donne la vitesse des bulles.

Les périphériques du micro contrôleur utilisés pour réaliser ces tâches sont le timer0 et le CAN.

Voir documentation technique pages 13, 14 et 15.

### Etude du mode mesure :

Lorsque le signal  $V_4$  passe à 1, le timer0 est autorisé à fonctionner.

Sa fréquence d'horloge  $f_H$  est de 12MHz, et il n'y a pas de prédivision.

### Question 11.

- Calculer la valeur finale du timer pour un signal présentant un temps de montée  $T_{on}$  de 600 $\mu$ s.
- En déduire la configuration nécessaire : 8 ou 16 bits.

### Question 12.

BTS GÉNIE OPTIQUE	<b>SUJET</b>	SESSION 2014
U 41 : Electronique – informatique industrielle	Code : GOEII	Page : 7/15

Compléter le document réponse N° 1 page 9 en indiquant la valeur des bits TMR0ON, T08BIT et PSA du registre T0CON.

### Question 13.

- Quel est le temps de montée maximal mesurable dans cette configuration ?
- A quelle vitesse cela correspond-t-il ?

On donne la longueur active de la pointe de la Fibre Optique :  $L = 60 \mu\text{m}$

Pour des vitesses plus basses, l'horloge du timer est divisée par 64

### Etude du mode réglage :

Dans ce mode la tension issue de la sonde est envoyée sur le CAN du micro contrôleur et lue sur l'afficheur. L'utilisateur règle alors l'offset en plaçant la sonde dans le liquide puis l'amplification en plaçant la sonde dans l'air.

### Question 14.

- Donner la résolution en nombre de bits du CAN.
- Calculer le quantum  $q$  sachant que la tension de référence  $V_{\text{ref}}$  du CAN est de 5V.

L'algorithme de configuration et de lecture du CAN est donné ci-dessous :

#### Début

- Configurer les entrées analogique/digital et la tension de référence.
- Sélectionner l'entrée analogique utilisé
- Valider le CAN.

Démarrer la conversion

**Tant que** conversion non terminée :

Attendre

**Fin tant que**

Lire résultat de la conversion

#### Fin

### Question 15.

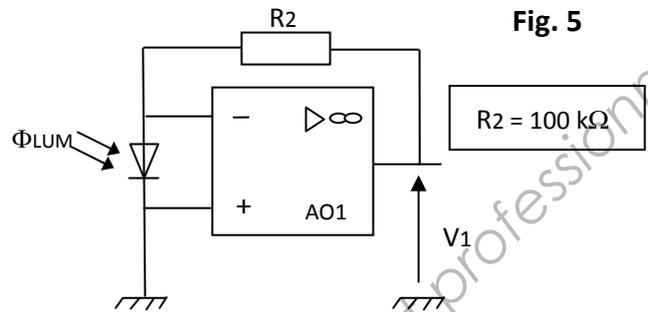
Compléter l'algorithme du point de vue microcontrôleur sur le document réponse N° 2 page 10.

BTS GÉNIE OPTIQUE	<b>SUJET</b>	SESSION 2014
U 41 : Electronique – informatique industrielle	Code : GOEII	Page : 8/15

**DOCUMENT REPONSE N° 1**

**Question 5**

Indiquer le sens du photocourant  $I_{\Phi}$  sur le schéma ci-contre.



**Fig. 5**

**Question 9 et question 10**

	$V_{O1}$ (V)	$V_{O2}$ (V)	Etat de D1	Etat de D2	$V_4$ (V)	Niveau logique de $V_4$
$V_3 < V_{S1}$						
$V_{S1} < V_3 < V_{S2}$						
$V_3 > V_{S2}$						

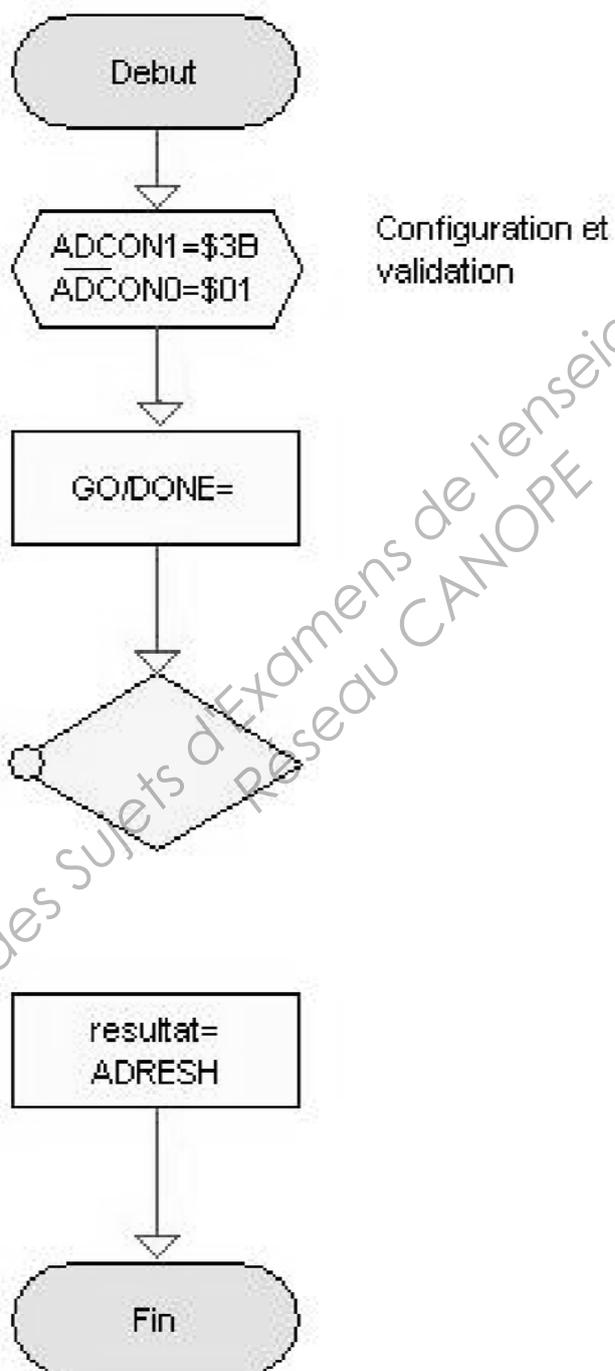
**Question 12**

R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
TMROON	T08BIT	TOCS	TOSE	PSA	TOPS2	TOPS1	TOPS1
		0	X		X	X	X

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel  
Réseau CANOPE

DOCUMENT REPONSE N° 2

Question 15 :

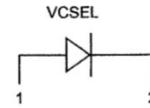


Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel  
Réseau CANOPE

# DOCUMENTATION TECHNIQUE DIODE LASER OPV 302

- 850 nm VCSEL technology
- High thermal stability
- Low drive current
- High output power
- Narrow beam Angle

OPV302	
Pin	Connection
1	VCSEL Anode
2	VCSEL Cathode
3	No Connection



## Absolute Maximum Ratings

$T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted

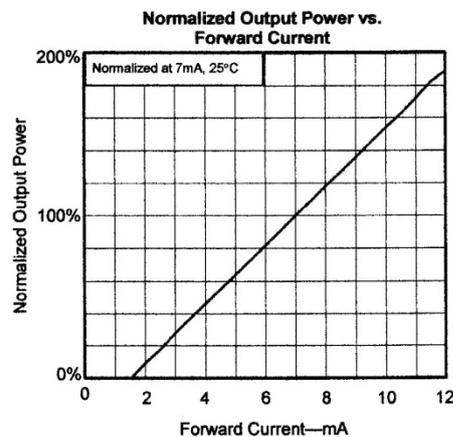
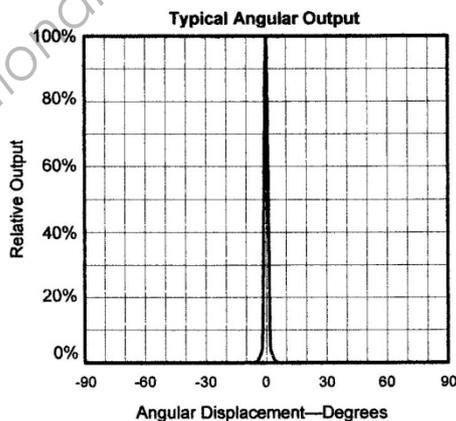
Storage Temperature Range	$-40^\circ$ to $+100^\circ\text{C}$
Operating Temperature Range	$-40^\circ$ to $+85^\circ\text{C}$
Lead Soldering Temperature [1/16 inch (1.6mm) from case for 5 sec with soldering iron]	$260^\circ\text{C}^{(1)}$
Maximum Forward Peak Current	20 mA
Maximum Reverse Voltage	5 V

## Electrical Characteristics ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

SYMBOL	PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNITS	CONDITIONS
$P_{OT}$	Total Power Out	1.5			mW	$I_F = 7\text{ mA}$
$I_{TH}$	Threshold Current			3.0	mA	Note 2
$V_F$	Forward Voltage		2.2		V	$I_F = 7\text{ mA}$
$I_R$	Reverse Current			100	nA	$V_R = 5\text{ V}$
$R_S$	Series Resistance	20		55	ohms	Note 3
$\eta$	Slope Efficiency	0.28			mW/mA	Note 4
$\lambda$	Wavelength	830		860	nm	
$\Delta\lambda$	Optical Bandwidth		0.85		nm	
$\theta$	Beam Divergence		4		Degrees	
$\Delta\eta/\Delta T$	Temp Coefficient of Slope Efficiency		-0.50		$\%^\circ\text{C}$	$(0^\circ - 70^\circ\text{C})$ , Note 4
$\Delta\lambda/\Delta T$	Temp Coefficient of Wavelength		0.06		$\text{nm}^\circ\text{C}$	$(0^\circ - 70^\circ\text{C})$
$\Delta I_{TH}/\Delta T$	Temp Coefficient of Threshold Current		$\pm 1.0$		mA	$(0^\circ - 70^\circ\text{C})$ , Note 2
$\Delta V_F/\Delta T$	Temp Coefficient for Forward Voltage		-2.5		$\text{mV}^\circ\text{C}$	$(0^\circ - 70^\circ\text{C})$

### NOTES:

- (1) RMA flux is recommended. Solder dwell time can be increased to 10 seconds when flow soldering.
- (2) Threshold Current is based on the two line intersection method specified in Telcordia GR-468-Core. Line 1 from 4 mA to 6 mA. Line 2 from 0 mA to 0.5 mA.
- (3) Series Resistance is the slope of the Voltage-Current line from 5 to 8 mA.
- (4) Slope efficiency, is the slope of the best fit LI line from 5 mA to 8 mA with 0.25mA test intervals.



## DOCUMENTATION TECHNIQUE PHOTODIODE OP910

- Narrow receiving angle
- Fast switching time
- Linear response vs. Irradiance
- Enhanced temperature range

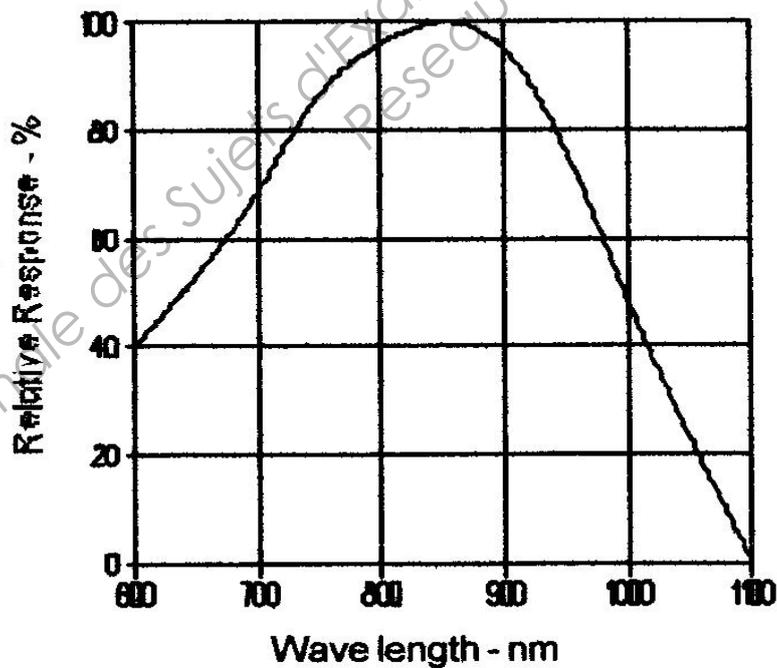
### Type OP910

Electrical Characteristics ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)

SYMBOL	PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNITS	TEST CONDITIONS
$I_L$	Light Current	10	13		$\mu\text{A}$	$V_R = 20\text{ V}$ , $E_o = .50\text{ mW/cm}^2$ note 2,3
$I_D$	Dark Current		1	10	nA	$V_R = 20\text{ V}$ , $E_o = 0.0$
$V_{(BR)R}$	Reverse Voltage Breakdown	100			V	$I_R = 100\ \mu\text{A}$
$t_r$	Rise Time		10		nS	$V_R = 20\text{ V}$ , $R_L = 50\text{ OHMS}$
$t_f$	Fall Time		10		nS	$V_R = 20\text{ V}$ , $R_L = 50\text{ OHMS}$
$\emptyset$	Half Angle		+/- 12		degr.	$I_f = \text{Constant}$
$C_p$	Capacitance		13		pF	$V_R = 0\text{ V}$ , $F = 1\text{ Mhz}$ , $E_o = 0$

05SENS0PS

### Typical Spectral Response



# PIC18F2455/2550/4455/4550

## 11.0 TIMER0 MODULE

The Timer0 module incorporates the following features:

- Software selectable operation as a timer or counter in both 8-bit or 16-bit modes
- Readable and writable registers
- Dedicated 8-bit, software programmable prescaler
- Selectable clock source (internal or external)
- Edge select for external clock
- Interrupt on overflow

The T0CON register (Register 11-1) controls all aspects of the module's operation, including the prescale selection. It is both readable and writable.

A simplified block diagram of the Timer0 module in 8-bit mode is shown in Figure 11-1. Figure 11-2 shows a simplified block diagram of the Timer0 module in 16-bit mode.

REGISTER 11-1: T0CON: TIMER0 CONTROL REGISTER

R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
TMR0ON	T08BIT	T0CS	T0SE	PSA	T0PS2	T0PS1	T0PS0
bit 7							bit 0

<b>Legend:</b>			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
-n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

bit 7	<b>TMR0ON:</b> Timer0 On/Off Control bit 1 = Enables Timer0 0 = Stops Timer0
bit 6	<b>T08BIT:</b> Timer0 8-Bit/16-Bit Control bit 1 = Timer0 is configured as an 8-bit timer/counter 0 = Timer0 is configured as a 16-bit timer/counter
bit 5	<b>T0CS:</b> Timer0 Clock Source Select bit 1 = Transition on T0CKI pin 0 = Internal instruction cycle clock (CLKO)
bit 4	<b>T0SE:</b> Timer0 Source Edge Select bit 1 = Increment on high-to-low transition on T0CKI pin 0 = Increment on low-to-high transition on T0CKI pin
bit 3	<b>PSA:</b> Timer0 Prescaler Assignment bit 1 = Timer0 prescaler is NOT assigned. Timer0 clock input bypasses prescaler. 0 = Timer0 prescaler is assigned. Timer0 clock input comes from prescaler output.
bit 2-0	<b>T0PS2:T0PS0:</b> Timer0 Prescaler Select bits 111 = 1:256 Prescale value 110 = 1:128 Prescale value 101 = 1:64 Prescale value 100 = 1:32 Prescale value 011 = 1:16 Prescale value 010 = 1:8 Prescale value 001 = 1:4 Prescale value 000 = 1:2 Prescale value

# PIC18F2455/2550/4455/4550

## 21.0 10-BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER (A/D) MODULE

The Analog-to-Digital (A/D) converter module has 10 inputs for the 28-pin devices and 13 for the 40/44-pin devices. This module allows conversion of an analog input signal to a corresponding 10-bit digital number.

The module has five registers:

- A/D Result High Register (ADRESH)
- A/D Result Low Register (ADRESL)
- A/D Control Register 0 (ADCON0)
- A/D Control Register 1 (ADCON1)
- A/D Control Register 2 (ADCON2)

The ADCON0 register, shown in Register 21-1, controls the operation of the A/D module. The ADCON1 register, shown in Register 21-2, configures the functions of the port pins. The ADCON2 register, shown in Register 21-3, configures the A/D clock source, programmed acquisition time and justification.

### REGISTER 21-1: ADCON0: A/D CONTROL REGISTER 0

U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	CHS3	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE	ADON
bit 7						bit 0	

#### Legend:

R = Readable bit      W = Writable bit      U = Unimplemented bit, read as '0'  
 -n = Value at POR      '1' = Bit is set      '0' = Bit is cleared      x = Bit is unknown

bit 7-6      **Unimplemented:** Read as '0'

bit 5-2      **CHS3:CHS0:** Analog Channel Select bits  
 0000 = Channel 0 (AN0)  
 0001 = Channel 1 (AN1)  
 0010 = Channel 2 (AN2)  
 0011 = Channel 3 (AN3)  
 0100 = Channel 4 (AN4)  
 0101 = Channel 5 (AN5)<sup>(1,2)</sup>  
 0110 = Channel 6 (AN6)<sup>(1,2)</sup>  
 0111 = Channel 7 (AN7)<sup>(1,2)</sup>  
 1000 = Channel 8 (AN8)  
 1001 = Channel 9 (AN9)  
 1010 = Channel 10 (AN10)  
 1011 = Channel 11 (AN11)  
 1100 = Channel 12 (AN12)  
 1101 = Unimplemented<sup>(2)</sup>  
 1110 = Unimplemented<sup>(2)</sup>  
 1111 = Unimplemented<sup>(2)</sup>

bit 1      **GO/DONE:** A/D Conversion Status bit  
When ADON = 1:  
 1 = A/D conversion in progress  
 0 = A/D Idle

bit 0      **ADON:** A/D On bit  
 1 = A/D converter module is enabled  
 0 = A/D converter module is disabled

- Note 1:** These channels are not implemented on 28-pin devices.  
**Note 2:** Performing a conversion on unimplemented channels will return a floating input measurement.

# PIC18F2455/2550/4455/4550

## REGISTER 21-2: ADCON1: A/D CONTROL REGISTER 1

U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0 <sup>(1)</sup>	R/W <sup>(1)</sup>	R/W <sup>(1)</sup>	R/W <sup>(1)</sup>
—	—	VCFG0	VCFG0	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
bit 7							bit 0

### Legend:

R = Readable bit                      W = Writable bit                      U = Unimplemented bit, read as '0'  
 -n = Value at POR                      '1' = Bit is set                      '0' = Bit is cleared                      x = Bit is unknown

bit 7-6                      **Unimplemented:** Read as '0'

bit 5                      **VCFG0:** Voltage Reference Configuration bit (VREF- source)  
 1 = VREF- (AN2)  
 0 = VSS

bit 4                      **VCFG0:** Voltage Reference Configuration bit (VREF+ source)  
 1 = VREF+ (AN3)  
 0 = VDD

bit 3-0                      **PCFG3:PCFG0:** A/D Port Configuration Control bits:

PCFG3: PCFG0	AN12	AN11	AN10	AN9	AN8	AN7 <sup>(2)</sup>	AN6 <sup>(2)</sup>	AN5 <sup>(2)</sup>	AN4	AN3	AN2	AN1	AN0
0000 <sup>(1)</sup>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0001	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0010	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0011	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0100	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0101	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0110	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0111 <sup>(1)</sup>	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A
1000	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A
1001	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A
1010	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A
1011	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A
1100	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A
1101	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A
1110	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A
1111	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

A = Analog input

D = Digital I/O

**Note 1:** The POR value of the PCFG bits depends on the value of the PBADEN Configuration bit. When PBADEN = 1, PCFG<3:0> = 0000; when PBADEN = 0, PCFG<3:0> = 0111.

**2:** AN5 through AN7 are available only on 40/44-pin devices.