

Calculatrice autorisée. Fiche recto-verso autorisée. Tout autre document interdit.

Certaines pages de documentations techniques sont données en annexe à ce document.

Votre société d'expertise électronique (à laquelle vous pouvez donner un nom) a été sollicitée pour réaliser un système de transmission de la **température de la chaussée** à des **véhicules** par l'intermédiaire des lampadaires placés le long de la chaussée.

Tous vos concurrents sont également sur le dossier afin d'en récolter la meilleure note... Ferez-vous mieux qu'eux ?

Voici le cahier des charges que vous a transmis votre client.

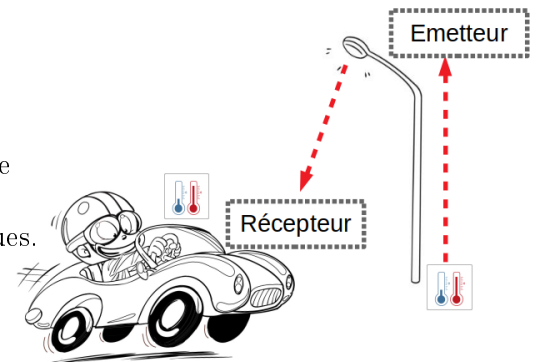
Description

Le système devra permettre d'afficher la température de la chaussée dans un véhicule, par l'intermédiaire d'une transmission numérique par la lumière (ici infrarouge).

Le système sera composé :

⇒ d'un **émetteur** à LEDs infrarouges (type L-7113F3C), placé dans les lampadaires, permettant de transmettre l'information de température à l'aide d'une liaison RS232 numérique. La prise de température se fera au niveau du sol à l'aide d'un capteur de type LM35. L'émetteur sera alimenté à l'aide d'une alimentation symétrique de $-/+12\text{ V}$. Il contiendra tous les éléments nécessaires à la mise en forme du signal, ainsi qu'une carte Nucléo pour les aspects numériques.

⇒ d'un **récepteur** basé sur des photodiodes infrarouges (type BPV22NF), permettant de détecter le signal, de le mettre en forme et d'afficher la valeur de la température à l'utilisateur. Le décodage RS232 et l'affichage (non étudié ici) se feront par l'intermédiaire d'une carte Nucléo. Le récepteur possède une alimentation symétrique de $-/+6\text{ V}$.



Contraintes

Les parties numériques seront réalisées par des cartes Nucléo.

L'amplificateur linéaire intégré choisi sera du type TLE2071C pour la partie photodétection du récepteur.

La tension minimale de l'étage de photodétection sera de 1 V .

Le faisceau de lumière dans lequel sera plongé le détecteur sera de maximum 1 m . Le système devra faire une moyenne de 100 échantillons pour obtenir la valeur correcte de la température. La vitesse maximale des véhicules dans la zone sera de 150 km/h .

Le flux minimal reçu par le photodétecteur est de $50\text{ }\mu\text{W/cm}^2$.

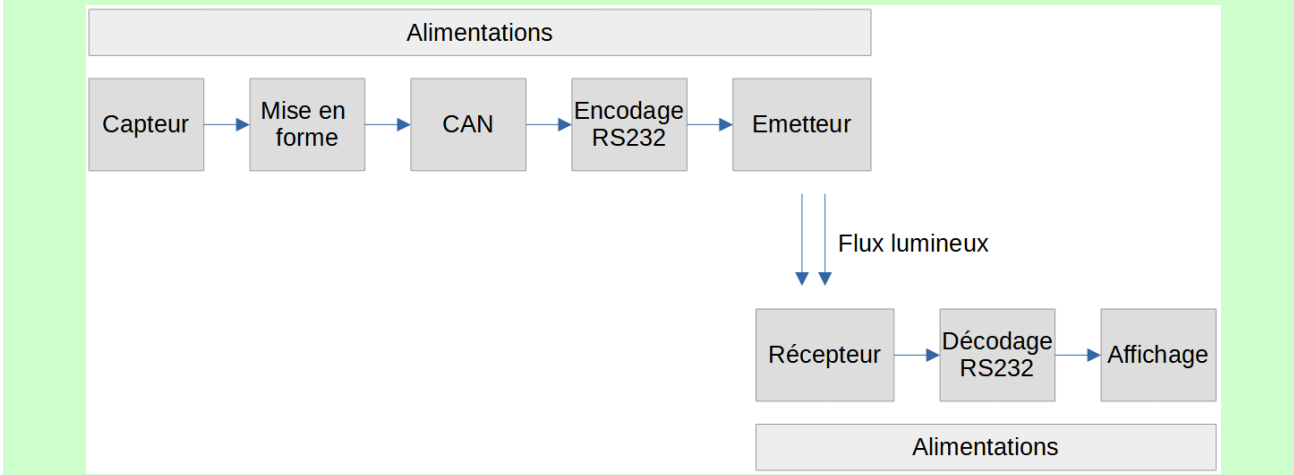
1. Exercice 1 - Etude globale (2 pts)

1. Quel est le temps minimal pendant lequel le récepteur sera illuminé par l'émetteur ? Quelle sera alors la durée maximale de présence d'un échantillon ?

REPONSE

150km/h = 42m/s → sur 1m → $T = 23\text{ms}$ donc 0.23ms par échantillon.

2. Proposez un schéma bloc des différents étages qui constitueront l'ensemble du système, de la prise de température jusqu'à l'affichage à bord du véhicule.

REPONSE

3. Quels sont les paramètres importants à prendre en considération sur les composants cités dans la description du système et dans les contraintes ?

REPONSE

- **LED L-7113F3C**

- tension seuil : $V_F = 1.2\text{V}$
- tension inverse max : $V_R = 5\text{V}$
- courant direct max : $I_F = 50\text{mA}$
- long. d'onde : $\lambda = 940\text{nm}$

- **Photodiode BVP22NF**

- tension inverse max / polarisation : $V_R = 60\text{V}$
- puissance maximale : $P = 215\text{mW}$
- long. d'onde : $\lambda = 790 - 1050\text{nm}$

- **Capteur Température LM35**

- alimentation : $V_{CC} = 430\text{V}$

- **ALI TLE2702**

- alimentation : $V_{CC} = 19\text{V}$
- GBP : $GBP = 9.4\text{MHz}$
- SR : $SR = 35 - 38\text{V/us}$

2. Exercice 2 - Capteur de température et mise en forme (4 pts)

Pour la mesure de température, on souhaite utiliser un capteur de type LM35. L'alimentation est de $-/+12\text{ V}$.

1. Quelle est la sensibilité du capteur ?

REPONSE

$10\text{mV} / ^\circ\text{C}$

2. Quel montage est préconisé pour réaliser cette mesure ? Calculez la valeur de R_1 .

REPONSE

Montage Full-Range - $R_1 = V_s / 50\mu\text{A} = 12\text{V} / 50\mu\text{A} = 240\text{ k}\Omega$

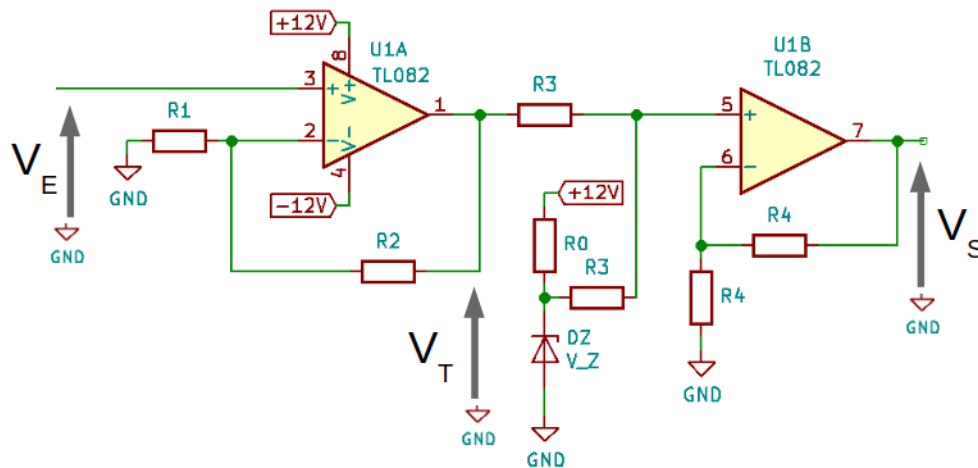
On souhaite une plage de mesure allant de -40°C à $+60^\circ\text{C}$ pour une plage de tension allant de 0 V à 3.3 V .

3. Quelle est la sensibilité du module de mesure à obtenir ?

REPONSE

$33\text{mV} / ^\circ\text{C}$

On se propose d'utiliser le montage suivant (on rappelle que D_Z est une diode Zener) :



4. A quoi sert le montage autour de U1A ? Calculez sa fonction de transfert V_T/V_E .

REPONSE

Autour de U1A, fonctionnement linéaire, montage non-inverseur

On a alors : $\frac{V_T}{V_E} = 1 + R_2/R_1$

5. A quoi sert le montage autour de U1B ? Calculez sa fonction de transfert $V_S = f(V_T, V_Z)$.

REPONSE

Autour de U1B, fonctionnement linéaire, montage additionneur

On a : $V^- = V^+$

$V^- = V_S \cdot \frac{R_4}{R_4 + R_4} = V_S/2$ (pont diviseur car courant négligeable dans l'entrée inverseuse de l'ALI)

$V^+ = \frac{V_Z/R_3 + V_T/R_3}{1/R_3 + 1/R_3} = V_Z/2 + V_S/2$

On obtient alors : $V_S = V_Z + V_T$.

6. Quelles valeurs de résistance R_1 et R_2 choisir pour obtenir le fonctionnement attendu ?

REPONSE

On veut une sensibilité en sortie de $33\text{mV} / ^\circ\text{C}$ pour une sensibilité du capteur de $10\text{mV} / ^\circ\text{C}$. Il faut donc une amplification entre le capteur et la sortie du montage de 3.3. Ainsi $1 + R_2/R_1 = 3.3$

7. Que doit valoir V_Z si on connecte la sortie du LM35 sur V_e pour obtenir le fonctionnement attendu ?

REPONSE

On souhaite avoir 0V pour une température de -40°C .

Or le capteur LM35 fournit une tension : $V_E = (T) \cdot 0.01$ (où T est la température en degré celsius).

On a : $V_E(-40^\circ\text{C}) = -0.4\text{V}$

Cette tension est ensuite amplifiée d'un facteur 3.3 par le montage, on a alors $V_T(-40^\circ\text{C}) = -0.4 \cdot 3.3 = 1.32\text{V}$

Ainsi $V_Z = 1.32\text{V}$

3. Exercice 3 - Conversion A-N avec Nucléo (3 pts)

La plage de mesure est de -40°C à $+60^\circ\text{C}$ pour une plage de tension de 0V   3.3V . On veut une résolution minimale de 0.1°C .

1. Quel est le nombre de bits minimal à avoir pour remplir cette condition ?

REPONSE

Les températures que l'on veut échantillonner vont de -40°C à $+60^\circ\text{C}$. Il y aura donc $N = 1001$ paliers de 0.1°C entre -40°C à $+60^\circ\text{C}$.

Il faut trouver un nombre entier p tel que $2^p \geq N$. On obtient que $p \geq 10$

La carte Nucléo utilisée pour la conversion a une résolution de 12 bits.

2. Quelle est la résolution obtenue ?

REPONSE

La plage de conversion de la carte Nucléo est de 0V   3.3V . La résolution est alors de $q = 3.3\text{V} / (2^{12} - 1) = 0.8\text{mV}$

On souhaite afficher également, toutes les 40 données, l'information sur un écran LCD en local de l'émetteur. On propose deux programmes différents pour la carte Nucléo (voir en annexe).

3. Expliquez les deux codes proposés en annexe et les mécanismes associés. Lequel pr f rera-t-on ?

REPONSE**Code 1**

Ce code est basé sur le mode de fonctionnement par **scrutation**.

Une variable k est incrémentée à chaque fois qu'une donnée est lue. Un temps d'attente (pour avoir la "bonne" fréquence d'échantillonnage) est fixé par la fonction wait.

Lorsque la variable k arrive à 40, on affiche l'information de température et on réinitialise cette variable k .

Code 2

Dans le second code, le principe utilisé pour la conversion est l'**interruption**.

Grâce au module Ticker, on fait appel de manière régulière à la fonction convert qui convertit et stocke la donnée de conversion et incrémente la variable k . Dans la fonction principale, on vérifie en permanence si k a atteint la valeur de 40. Si c'est le cas, on affiche la température et on réinitialise k .

On pr f rera le second code qui garantit une fréquence d'échantillonnage constante, contrairement au code 1 où une itération sur 40 le code de la boucle principale ne prend pas le même temps d'exécution.

4. Exercice 4 - Liaison numérique asynchrone (2 pts)

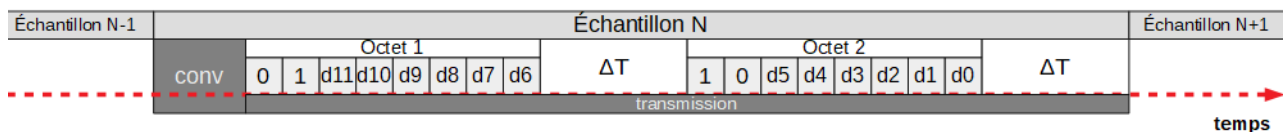
L'intégralité de la donnée sur 12 bits sera transmise via une liaison de type RS232.

- Combien d'octets faut-il pour transmettre chaque donnée ?

REPONSE

Il faut au minimum 2 octets pour transmettre cette information (2 octets = 16 bits).

On se propose d'en utiliser 2 pour chaque échantillon. Ces octets sont constitués de la façon suivante :



Le temps ΔT est équivalent à la transmission de 4 bits.

- Quel est le temps nécessaire pour transmettre une donnée ?

REPONSE

Pour transmettre une donnée complète de cette façon, il faut un temps égal à : $t_T = t_{conv} + (2 \cdot 8bits) \cdot t_{bit} + 2 \cdot \Delta T$

où t_{bit} est le temps d'envoi d'un bit.

On obtient alors : $t_T = t_{conv} + 24 \cdot t_{bit}$.

On estime à 15 μs le temps de conversion du CAN.

- Si on veut transmettre 1 échantillon toutes les 200 μs , quelle est la vitesse de transmission à utiliser pour la liaison RS232 ?

REPONSE

On veut que $t_T = 200 \mu s$, il faut donc que $t_{bit} = 185 \mu s / 24 bits = 7.7 \mu s/bit$ soit une vitesse de transfert d'environ : 130 kbits/s.

4. Proposez une méthode, en langage C, pour récupérer dans une seule variable *temperature* de type **double** la moyenne des 100 échantillons de température transmis par le protocole pr c dent. On supposera que les deux octets de chaque échantillon sont stockés dans deux tableaux d'entiers *octet1*[100] et *octet2*[100].

REPONSE

```
on peut écrire une fonction du type :
double temp_moy(int *octet1, int octet2, int taille){
    int i;
    double t = 0;
    for(i = 0; i < taille; i++){
        t = t + (octet1[i]-0b01000000) * 64 + (octet2[i]-0b10000000);
    }
    return t / taille;
}
```

5. Exercice 5 - Emetteur   LEDs (3 pts)

Pour pouvoir garantir un flux lumineux suffisant sur le récepteur, l'émetteur sera conçu à l'aide de 20 LEDs de type Kingbright L-7113F3C. On rappelle que l'alimentation du récepteur se fait à l'aide d'une alimentation symétrique de -/+12 V. Les LEDs seront pilotées par une des sorties numériques de la carte Nucléo.

1. Quel est le courant maximal admissible par les LEDs ?

REPONSE

Les LED de ce type peuvent supporter un courant maximal direct $I_{FMAX} = 50\text{ mA}$ (d'après la documentation constructeur) pour une tension directe $V_F = 1.2\text{ V}$.

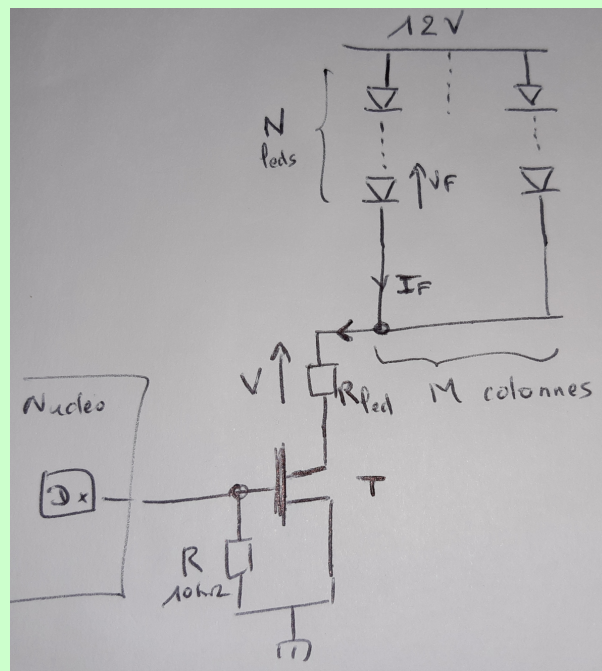
2. Proposez un montage permettant de piloter l'ensemble des 20 LEDs avec un courant de 80% de leur courant maximal, sans modifier l'alimentation proposée, à l'aide d'une carte Nucléo.

REPONSE

Le courant que peut délivrer une carte Nucléo par sortie est de l'ordre de 20 à 25mA. Or ici, il faut au minimum 40mA par LED (80% de la valeur max).

Il est nécessaire d'utiliser un transistor. La tension d'alimentation disponible est de 12V. Il n'est pas non plus possible de mettre toutes les LED en série.

On peut alors utiliser une structure du type présentée ci-dessous avec un transistor piloté par la carte Nucléo.



On peut choisir $N = 5$ et $M = 4$ par exemple.

Avec $N = 5$, 12V sont suffisants pour dépasser la tension $N \cdot V_F$ des LEDs. Chacune de ces branches consommant alors 40mA.

Pour $M = 4$, on a un courant de $M \cdot I_F$ qui passe dans la résistance R_{led} et dans le transistor.

Ainsi, on a $R_{led} = \frac{12 - N \cdot V_F}{M \cdot I_F}$

3. Quelle est la puissance totale consommée par votre montage ?

REPONSE

La puissance totale est celle consommée par les 20 LEDs traversées par un courant de 40mA et celle de la résistance R_{led} traversée par un courant de 160mA (pour $M = 4$).

$$P_T = R \cdot (M \cdot I_F)^2 + (N \cdot V_F \cdot I_F) \cdot M$$

6. Exercice 6 - Photodétection (4 pts)

On souhaite avoir une tension en sortie du bloc de photodétection d'au moins 1 V. La transmission RS232 se fera à la vitesse de 150 000 bauds.

1. Quelle est la bande passante minimum à garantir pour la photodétection ?

REPONSE

Les signaux numériques sont des signaux tout ou rien assimilables à des signaux carrés. La vitesse de transmission est liée à la fréquence d'apparition des informations binaires.

Ainsi, une vitesse de transmission de 150 000 bauds correspond à une fréquence de 150kHz.

Pour que l'harmonique de rang 3 de ce signal carré puisse passer, il faudrait une fréquence de coupure de l'ordre de 450kHz.

2. Proposez un montage pour réaliser ce module de photodétection. Vous justifierez l'ensemble des valeurs des composants présents et vous calculerez la bande-passante théorique de votre montage.

REPONSE

On choisira un montage **transimpédance** pour ses meilleures performances en fréquence, il faudra vérifier que la résonance n'est pas trop grande et ne déforme pas trop le signal de sortie.

On sait que la fréquence de résonance vaut : $f_T = \sqrt{f_C \cdot GBP}$

Calcul de R_{phd}

On sait que dans la bande-passante : $V_S = R_{phd} \cdot I_P = R_{phd} \cdot K \cdot \phi_L$. Or d'après la documentation technique de la photodiode, on sait que $K = S_\lambda = 0.6 \text{ A/W}$. De plus, on sait que le flux minimal est de $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ pour une surface active de 7.5 mm^2 .

Comme on souhaite une tension minimale de 1V pour ce flux minimal, on a $R_{phd} \geq V_S / (S_\lambda \cdot surface \cdot \phi_{min}) = 440 \text{ k}\Omega$.

Vérification de la bande passante

On peut lire dans la documentation technique de la photodiode que la valeur de C_{phd} est de 15 pF pour une tension de polarisation de 12V (celle disponible au maximum dans le circuit).

Ainsi, on peut calculer $f_c = 1 / (2 \cdot \pi \cdot R_{phd} \cdot C_{phd})$

On obtient une fréquence $f_c = 24 \text{ kHz}$.

Dans la documentation technique de l'ALI, on trouve $GBP = 9.4 \text{ MHz}$.

Ainsi, $f_T = 476 \text{ kHz}$. Ce qui est supérieur aux 450kHz attendues.

Vérification du facteur d'amortissement

On sait également que $m_T = 0.5 \cdot \sqrt{\frac{f_C}{GBP}} = 0.02$. On obtient alors un système très résonant, ce qui peut entraîner une déformation du signal reçu... On pourrait par exemple changer d'ALI...

7. Exercice 7 - Protocole de tests (2 pts)

En plus de la phase de conception du système, vous êtes en charge des tests de validation de l'ensemble de la structure.

1. Proposez une méthode pour mesurer la réponse de chacun des blocs de votre système.
2. Esquissez les signaux électriques attendus aux différents endroits du montage.

LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

1 Features

- Calibrated Directly in Celsius (Centigrade)
- Linear + 10-mV/°C Scale Factor
- 0.5°C Ensured Accuracy (at 25°C)
- Rated for Full –55°C to 150°C Range
- Suitable for Remote Applications
- Low-Cost/Due to Wafer-Level Trimming
- Operates From 4 V to 30 V
- Less Than 60-µA Current Drain
- Low Self-Heating, 0.08°C in Still Air
- Non-Linearity Only ±¼°C Typical
- Low-Impedance Output, 0.1 Ω for 1-mA Load

2 Applications

- Power Supplies
- Battery Management
- HVAC
- Appliances

3 Description

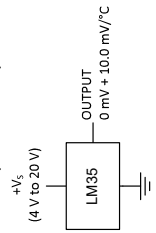
The LM35 series are precision integrated-circuit temperature devices with an output voltage linearly proportional to the Centigrade temperature. The LM35 device has an advantage over linear temperature sensors calibrated in Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from the output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 device does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of ±¼°C at room temperature and ±½°C over a full –55°C to 150°C temperature range. Lower cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The low-output impedance, linear output, and precise inherent calibration of the LM35 device makes interfacing to readout or control circuitry especially easy. The device is used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As the LM35 device draws only 60 µA from the supply, it has very low self-heating of less than 0.1°C in still air. The LM35 device is rated to operate over a –55°C to 150°C temperature range, while the LM35C device is rated for a –40°C to 110°C range (–10° with improved accuracy). The LM35-series devices are available packaged in hermetic TO transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D devices are available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D device is available in an 8-lead surface-mount small-outline package and a plastic TO-220 package.

Device Information(1)

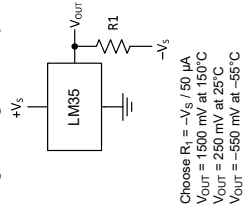
PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM35	TO-CAN (3)	4.689 mm × 4.689 mm
	TO-92 (3)	4.30 mm × 4.30 mm
	SOIC (8)	4.90 mm × 3.91 mm
	TO-220 (3)	14.986 mm × 10.16 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the datasheet.

Basic Centigrade Temperature Sensor (2°C to 150°C)



Full-Range Centigrade Temperature Sensor




AN IMPORTANT NOTICE at the end of this data sheet addresses availability, warranty, changes, use in safety-critical applications, intellectual property matters and other important disclaimers. PRODUCTION DATA.

6.5 Electrical Characteristics: LM35A, LM35CA Limits

Unless otherwise noted, these specifications apply: –55°C ≤ T_J ≤ 150°C for the LM35 and LM35A; –40°C ≤ T_J ≤ 110°C for the LM35C and LM35CA; and 0°C ≤ T_J ≤ 100°C for the LM35D. V_S = 5 Vdc and I_{LOAD} = 50 µA, in the circuit of [Figure 14](#). Centigrade Temperature Sensor. These specifications also apply from 2°C to T_{MAX} in the circuit of [Figure 14](#).

PARAMETER	TEST CONDITIONS		LM35A		LM35CA		UNIT
	TYP	TESTED LIMIT(1)	DESIGN LIMIT(2)	TYP	TESTED LIMIT(1)	DESIGN LIMIT(2)	
Accuracy(3)		±0.2	±0.5		±0.2	±0.5	°C
		±0.3			±0.3		
		±0.4	±1		±0.4	±1	
Nonlinearity(4)		±0.4	±1		±0.4	±1.5	°C
		±0.18	±0.35		±0.15	±0.3	
Sensor gain (average slope)		10	9.9		10	9.9	mV/°C
		10	10.1		10	10.1	
Load regulation(5) 0 ≤ I _L ≤ 1 mA		±0.4	±1		±0.4	±1	mV/mA
		±0.5		±3	±0.5		
Line regulation(6)		±0.01	±0.05		±0.01	±0.05	mV/V
		±0.02		±0.1	±0.02		
Quiescent current(8)		56	67		56	67	µA
		105		131	91		
		56.2			56.2		
Change of quiescent current(9)		0.2	1		0.2	1	µA
		0.5		2	0.5		
Temperature coefficient of quiescent current		0.39		0.5	0.39		µA/°C
Minimum temperature for rate accuracy		1.5		2	1.5		°C
Long term stability		±0.08			±0.08		°C

- (1) Tested Limits are ensured and 100% tested in production.
- (2) Design Limits are ensured (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.
- (3) Accuracy is defined as the difference between the output voltage and temperature (expressed in °C).
- (4) Non-linearity is defined as the deviation of the output-voltage-versus-temperature curve from the best-fit straight line, over the rated temperature range of the device.
- (5) Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.
- (6) Quiescent current is defined in the circuit of [Figure 14](#).



www.vishay.com

BPV22NF, BPV22NFL
Vishay Semiconductors

Kingbright

Part No.		Dice	Lens Type	Po (mW/sr) [2] @ 20mA		Po (mW/sr) [2] @ 50mA		Viewing Angle [1]
L-7119F3C		F3 (GaAs)	Water Clear	Min.	Typ.	Min.	Typ.	2θ1/2
				8	20	25	50	20°

Notes:
1. θ1/2 is the angle from optical centerline where the luminous intensity is 1/2 of the optical peak value.
2. Radiant intensity/luminous flux: +/±15%.
*Radiant intensity value is traceable to the CIE 127-2007 compliant national standards.

Parameter	Symbol	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
Forward Voltage [1]	Vf	1.2	1.8	V	If=20mA
Reverse Current	Ir	10	10	µA	Vr= 5V
Capacitance	C	90		pF	Vf=0V, f=1MHz
Peak Spectral Wavelength	λp	940		nm	If=20mA
Spectral Bandwidth	Δλ1/2	50		nm	If=20mA

Notes:
1. Forward Voltage: +/±1V.
2. Wavelength value is traceable to the CIE127:2007 compliant national standards.

Parameter	Symbol	F3	Units
Power dissipation	Pd	80	mW
DC Forward Current	If	50	mA
Peak Forward Current [1]	Ips	1.2	A
Reverse Voltage	Vr	5	V
Operating Temperature	Ta	-40 To +85	°C
Storage Temperature	Tsto	-40 To +85	°C
Lead Solder Temperature [2]		260°C For 3 Seconds	
Lead Solder Temperature [3]		260°C For 5 Seconds	

Notes:
1. 1/100 Duty Cycle, 10µs Pulse Width.
2. 2mm below package base.
3. 5mm below package base.

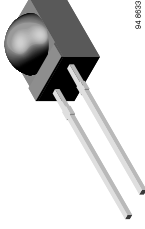
Silicon PIN Photodiode

FEATURES

- Package type: leaded
- Package form: side view
- Dimensions (in mm): 4.5 x 5 x 6
- Radiant sensitive area (in mm²): 7.5
- High radiant sensitivity
- Daylight blocking filter matched with 870 nm to 950 nm emitters
- Fast response times
- Angle of half sensitivity: φ = ± 60°
- Compliant to RoHS Directive 2011/65/EU and in accordance to WEEE 2002/96/EC



RoHS COMPLIANT GREEN EL2001A*



94 4693

DESCRIPTION

BPV22NF is a PIN photodiode with high speed and high radiant sensitivity in a black, plastic package with side view lens and daylight blocking filter. Filter bandwidth is matched with 870 nm to 950 nm IR emitters. The lens achieves 80 % of sensitivity improvement in comparison with flat package. BPV22NFL has long leads, other specifications like BPV22NF.

APPLICATIONS

- High speed detector for infrared radiation
- Infrared remote control and free air data transmission systems, e.g. in combination with TSFFxxxx series IR emitters

Note
** Please see document "Vishay Material Category Policy":
www.vishay.com/doc/293902

PRODUCT SUMMARY	
COMPONENT	
BPV22NF	I ₀ (µA) ± 60 λ _{0.5} (nm) 790 to 1050
BPV22NFL	I ₀ (µA) ± 60 λ _{0.5} (nm) 790 to 1050

Note
• Test condition see table "Basic Characteristics"

ORDERING INFORMATION			
ORDERING CODE	PACKAGING	REMARKS	PACKAGE FORM
BPV22NF	Bulk	MOQ: 4000 pcs./4000 pcs./bulk	Side view
BPV22NFL	Bulk	MOQ: 4000 pcs./4000 pcs./bulk	Side view, long leads

Note
• MOQ: minimum order quantity

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T _{amb} = 25 °C, unless otherwise specified)				
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
Reverse voltage		V _r	60	V
Power dissipation		P _y	215	mW
Junction temperature	T _{amb} ≤ 25 °C	T _j	100	°C
Operating temperature range		T _{amb}	-40 to +100	°C
Storage temperature range		T _{stg}	-40 to +100	°C
Soldering temperature	t ≤ 5 s	T _{sd}	260	°C
Thermal resistance junction/ambient	Connected with Cu wire, 0.14 mm²	R _{thJA}	350	K/W

Rev. 1.9, 21-Feb-12 1 Document Number: 81509

For technical questions, contact: detechsupport@vishay.com
THIS DOCUMENT IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE. THE PRODUCTS DESCRIBED HEREIN AND THIS DOCUMENT ARE SUBJECT TO SPECIFIC DISCLAIMERS, SET FORTH AT www.vishay.com/doc/66639/000

SPEC NO: DSAB6712 REV NO: V.22A DATE: JUL03/2014 PAGE: 2 OF 6
APPROVED: WYNEC CHECKED: Allen Liu DRAWN: LQ.Xie ERP: 1101004983

PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Forward voltage	$I_f = 50 \text{ mA}$	V_f		1	1.3	V
Breakdown voltage	$I_R = 100 \text{ }\mu\text{A}, E = 0$	V_{BR}	60			V
Reverse dark current	$V_R = 10 \text{ V}, E = 0$	I_{RD}		2	30	nA
Diode capacitance	$V_R = 0 \text{ V}, f = 1 \text{ MHz}, E = 0$	C_D		70		pF
Serial resistance	$V_R = 12 \text{ V}, f = 1 \text{ MHz}$	R_S		400		Ω
Open circuit voltage	$E_o = 1 \text{ mW/cm}^2, \lambda = 950 \text{ nm}$	V_o		370		mV
Temperature coefficient of V_o	$E_o = 1 \text{ mW/cm}^2, \lambda = 950 \text{ nm}$	TK_{V_o}		-2.6		mV/K
Short circuit current	$E_o = 1 \text{ mW/cm}^2, \lambda = 950 \text{ nm}$	I_k		80		μA
Reverse light current	$E_o = 1 \text{ mW/cm}^2, \lambda = 870 \text{ nm}, V_R = 5 \text{ V}$	I_{RA}	55	85		μA
Temperature coefficient of I_{RA}	$E_o = 1 \text{ mW/cm}^2, \lambda = 950 \text{ nm}, V_R = 10 \text{ V}$	$TK_{I_{RA}}$		0.1		%/K
Absolute spectral sensitivity	$V_R = 5 \text{ V}, \lambda = 870 \text{ nm}$	$s(\lambda)$		0.57		A/W
Angle of half sensitivity	$V_R = 5 \text{ V}, \lambda = 950 \text{ nm}$	ϕ		± 60		deg
Wavelength of peak sensitivity		λ_p		940		nm
Range of spectral bandwidth		$\lambda_{0.5}$		790 to 1050		nm
Quantum efficiency	$\lambda = 950 \text{ nm}$	η		90		%
Noise equivalent power	$V_R = 10 \text{ V}, \lambda = 950 \text{ nm}$	NEP		4×10^{-14}		W/ $\sqrt{\text{Hz}}$
Detectivity	$V_R = 10 \text{ V}, \lambda = 950 \text{ nm}$	D^*		6×10^{12}		$\text{cm}^2/\text{Hz}/\text{W}$
Rise time	$V_R = 10 \text{ V}, R_L = 1 \text{ k}\Omega, \lambda = 820 \text{ nm}$	t_r		100		ns
Fall time	$V_R = 10 \text{ V}, R_L = 1 \text{ k}\Omega, \lambda = 870 \text{ nm}$	t_f		100		ns
Cut-off frequency	$V_R = 12 \text{ V}, R_L = 1 \text{ k}\Omega, \lambda = 950 \text{ nm}$	f_c		4		MHz

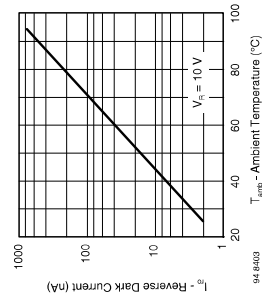
BASIC CHARACTERISTICS ($T_{amb} = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise specified)


Fig. 1 - Reverse Dark Current vs. Ambient Temperature

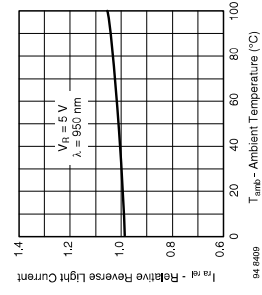


Fig. 2 - Relative Reverse Light Current vs. Ambient Temperature

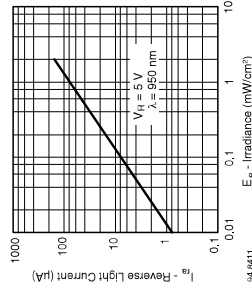


Fig. 3 - Reverse Light Current vs. Irradiance

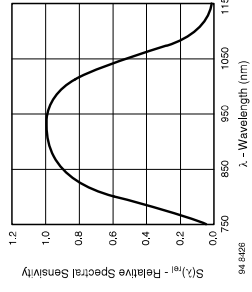


Fig. 6 - Relative Spectral Sensitivity vs. Wavelength

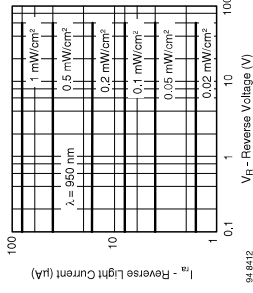


Fig. 4 - Reverse Light Current vs. Reverse Voltage

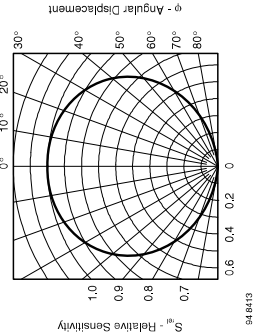


Fig. 7 - Relative Radiant Sensitivity vs. Angular Displacement

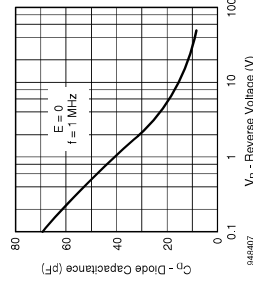


Fig. 5 - Diode Capacitance vs. Reverse Voltage

**TLE207x, TLE207xA
EXCALIBUR LOW-NOISE HIGH-SPEED
JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS**

SLOS181C – FEBRUARY 1997 – REVISED DECEMBER 2009

- Direct Upgrades to TL05x, TL07x, and TL08x BIFET Operational Amplifiers
- On-Chip Offset Voltage Trimming for Improved DC Performance
- Greater Than 2x Bandwidth (10 MHz) and 3x Slew Rate (45 V/μs) Than TL07x
- Wider Supply Rails Increase Dynamic Signal Range to ±19 V
- Ensured Maximum Noise Floor of 17 nV/√Hz

description

The TLE207x series of JFET-input operational amplifiers more than double the bandwidth and triple the slew rate of the TL07x and TL08x families of BIFET operational amplifiers. Texas Instruments Excalibur process yields a typical noise floor of 11.6 nV/√Hz, 17-nV/√Hz ensured maximum, offering immediate improvement in noise-sensitive circuits designed using the TL07x. The TLE207x also has wider supply voltage rails, increasing the dynamic signal range for BIFET circuits to ±19 V. On-chip zener trimming of offset voltage yields precision grades for greater accuracy in dc-coupled applications. The TLE207x are pin-compatible with lower performance BIFET operational amplifiers for ease in improving performance in existing designs.

BIFET operational amplifiers offer the inherently higher input impedance of the JFET-input transistors, without sacrificing the output drive associated with bipolar amplifiers. This makes them better suited for interfacing with high-impedance sensors or very low-level ac signals. They also feature inherently better ac response than bipolar or CMOS devices having comparable power consumption.

The TLE207x family of BIFET amplifiers are Texas Instruments highest performance BIFETs, with tighter input offset voltage and ensured maximum noise specifications. Designers requiring less stringent specifications but seeking the improved ac characteristics of the TLE207x should consider the TLE208x operational amplifier family.

Because BIFET operational amplifiers are designed for use with dual power supplies, care must be taken to observe common-mode input voltage limits and output swing when operating from a single supply. DC biasing of the input signal is required and loads should be terminated to a virtual ground node at mid-supply. Texas Instruments TLE2426 integrated virtual ground generator is useful when operating BIFET amplifiers from single supplies.

The TLE207x are fully specified at ±15 V and ±5 V. For operation in low-voltage and/or single-supply systems, Texas Instruments LinCMOS families of operational amplifiers (TLC- and TLLV-prefix) are recommended. When moving from BIFET to CMOS amplifiers, particular attention should be paid to slew rate and bandwidth requirements and output loading.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA INFORMATION IS CURRENT AS OF PUBLICATION DATE. PREVIOUS EDITIONS MAY BE OBSOLETE. THIS DOCUMENT IS UNCLASSIFIED. STANDARD WARRANTY, PRODUCTION PROCESSING DATA NOT NECESSARILY INDICATED.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 1997 – 2004, Texas Instruments Incorporated

**TLE207x, TLE207xA
EXCALIBUR LOW-NOISE HIGH-SPEED
JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS**

SLOS181C – FEBRUARY 1997 – REVISED DECEMBER 2009

TLE2071C electrical characteristics at specified free-air temperature, $V_{CC\pm} = \pm 5$ V (unless otherwise noted) (continued)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T _A †	TLE2071C			TLE2071AC			UNIT
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
I _{CC}	Supply current V _O = 0, No load	25°C	1.35	1.6	2.2	1.35	1.6	2.2	mA
I _{OS}	Short-circuit output current V _O = 0 V _{ID} = 1 V V _{ID} = -1 V	Full range 25°C		-35	2.2		-35	45	mA

† Full range is 0°C to 70°C.

TLE2071C operating characteristics at specified free-air temperature, $V_{CC\pm} = \pm 5$ V

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T _A †	TLE2071C			TLE2071AC			UNIT
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
SR+	Positive slew rate V _{O(PP)} = ±2.3 V, A _{VD} = -1, R _L = 2 kΩ, C _L = 100 pF, See Figure 1	25°C	Full range	23		Full range	23		V/μs
SR-	Negative slew rate	25°C	Full range	38		Full range	38		V/μs
t _S	Settling time A _{VD} = -1, 2-V step, R _L = 1 kΩ, C _L = 100 pF	25°C	To 10 mV	0.25		To 10 mV	0.25		μs
V _n	Equivalent input noise voltage f = 10 Hz	25°C	To 10 mV	48	85	To 10 mV	48	85	nV/√Hz
V _{n(PP)}	Peak-to-peak equivalent input noise voltage R _S = 20 Ω, See Figure 3 f = 10 Hz to 10 kHz f = 0.1 Hz to 10 Hz	25°C	f = 10 Hz to 10 kHz	6		f = 10 Hz to 10 kHz	6		μV
I _n	Equivalent input noise current V _{IC} = 0, f = 10 kHz	25°C	f = 10 kHz	2.8		f = 10 kHz	2.8		fA/√Hz
THD + N	Total harmonic distortion plus noise V _{O(PP)} = 5 V, f = 1 kHz, R _L = 2 kΩ, R _S = 25 Ω	25°C	A _{VD} = 10, R _L = 2 kΩ, R _S = 25 Ω	0.013%		A _{VD} = 10, R _L = 2 kΩ, R _S = 25 Ω	0.013%		
B ₁	Unity-gain bandwidth V _I = 10 mV, C _L = 25 pF, See Figure 2	25°C	R _L = 2 kΩ, See Figure 2	9.4		R _L = 2 kΩ, See Figure 2	9.4		MHz
B _{OM}	Maximum output-swing bandwidth V _{O(PP)} = 4 V, R _L = 2 kΩ, See Figure 2	25°C	A _{VD} = -1, C _L = 25 pF	2.8		A _{VD} = -1, C _L = 25 pF	2.8		MHz
φ _m	Phase margin at unity gain V _I = 10 mV, C _L = 25 pF, See Figure 2	25°C	R _L = 2 kΩ, See Figure 2	56°		R _L = 2 kΩ, See Figure 2	56°		

† Full range is 0°C to 70°C.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Code informatique 1

```
1 AnalogIn my_temp(A0);
2 Serial my_rs232(A4,A5);
3 LCD my_lcd(D10,D11,D12);
4 int k = 0, val_temp;
5
6 int main(){
7     while(1){
8         k++;
9         if(k == 40){
10            my_lcd.printf("T=%d", val_temp);
11            k = 0;
12        }
13        val_temp = my_temp.read()*100-40;
14        wait(0.0002);
15    }
16 }
```

Code informatique 2

```
1 AnalogIn my_temp(A0);
2 Serial my_rs232(A4,A5);
3 LCD my_lcd(D10,D11,D12);
4 Ticker my_tic;
5 int k = 0, aff = 0, val_temp;
6
7 void convert(){
8     val_temp = my_temp.read()*100-40;
9     k++;
10    if(k == 40){aff = 1;}
11
12
13 int main(){
14    my_tic.attach(&convert, 0.0002);
15    while(1){
16        if(aff == 1){
17            my_lcd.printf("T=%d", val_temp);
18            aff = 0;
19        }
20    }
21 }
```