

## Séance 1

## SÉANCE 1 / BASES ET AMPLIFICATEUR LINÉAIRE

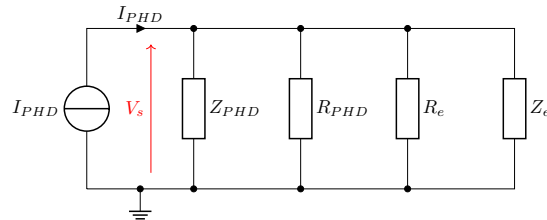
Pour ce TD, on pourra s'appuyer sur les fiches résumées : [Fondamentaux](#) et [Ampli Linéaire Intégré](#).

### Mission 1.1 - Abaisser une tension

Proposez un circuit permettant d'abaisser une tension d'un facteur  $k$ .  
 $0 < k < 1$

### Mission 1.2 - Courants et tensions

Soit le circuit suivant :



1. Donnez l'expression de  $V_S$  en fonction de  $I_{PHD}$ .
2. Que devient cette expression si  $R_e \rightarrow +\infty$ ,  $Z_e \rightarrow +\infty$  et  $Z_{PHD} \rightarrow +\infty$ ?

On se place à présent en régime harmonique.

$Z_{PHD}$  est une capacité  $C_{PHD}$  et  $Z_e$  est une capacité  $C_e$ .

3. Que devient l'expression de  $V_S$  en fonction de  $I_{PHD}$ ?
4. A quoi peuvent correspondre l'ensemble des éléments du montage?

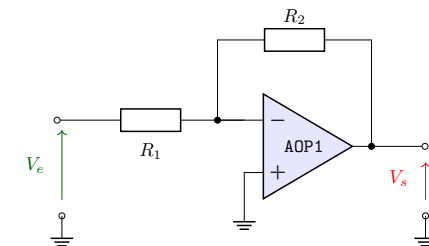
### Mission 1.3 - Amplificateur linéaire intégré

On fournit en annexe une partie de la documentation technique de l'amplificateur linéaire intégré (ALI) **TL081**.

1. Cherchez dans la documentation les valeurs des paramètres électriques suivants :
  - (a) Tension d'alimentation (Supply Voltage)
  - (b) Tension d'entrée différentielle maximale
  - (c) Amplification différentielle
  - (d) Gain unitaire ou produit gain-bande-passante
  - (e) Impédance d'entrée
  - (f) Slew Rate
2. Précisez à quoi correspondent ces paramètres.
3. Rappelez la relation entre les entrées  $V^+$ ,  $V^-$  et la sortie  $V_S$  d'un ALI.
4. Tracez la caractéristique  $V_S = f(\varepsilon)$  où  $\varepsilon = (V^+ - V^-)$  pour cet ALI avec  $V_{CC} = 15\text{ V}$ .
5. Est-ce un bon amplificateur? Quelle est sa bande-passante?

### Mission 1.4 - Amplificateur inverseur

On se propose d'étudier à présent le montage suivant :



1. Donnez la relation entre  $V_S$  et  $V_E$  du circuit précédent en utilisant la relation d'entrées-sortie standard d'un ALI.
2. Quelle hypothèse fait-on souvent lorsqu'on utilise des ALI avec une rétroaction négative?
3. Quelle relation trouve-t-on alors entre  $V_S$  et  $V_E$  en partant de cette hypothèse?
4. Cette hypothèse est-elle justifiée?

TL08xx JFET-Input Operational Amplifiers

1 Features

- Low Power Consumption: 1.4 mA/ch Typical
- Wide Common-Mode and Differential Voltage Ranges
- Low Input Bias Current: 30 pA Typical
- Low Input Offset Current: 5 pA Typical
- Output Short-Circuit Protection
- Low Total Harmonic Distortion: 0.003% Typical
- High Input Impedance: JFET Input Stage
- Latch-Up-Free Operation
- High Slew Rate: 13 V/μs Typical
- Common-Mode Input Voltage Range Includes V<sub>CC+</sub>

2 Applications

- Tablets
- White goods
- Personal electronics
- Computers

3 Description

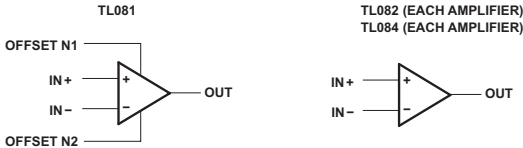
The TL08xx JFET-input operational amplifier family is designed to offer a wider selection than any previously developed operational amplifier family. Each of these JFET-input operational amplifiers incorporates well-matched, high-voltage JFET and bipolar transistors in a monolithic integrated circuit. The devices feature high slew rates, low input bias and offset currents, and low offset-voltage temperature coefficient.

Device Information<sup>(1)</sup>

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
TL084xD	SOIC (14)	8.65 mm × 3.91 mm
TL08xxFK	LCCC (20)	8.89 mm × 8.89 mm
TL084xJ	CDIP (14)	19.56 mm × 6.92 mm
TL084xN	PDIP (14)	19.3 mm × 6.35 mm
TL084xNS	SO (14)	10.3 mm × 5.3 mm
TL084xPW	TSSOP (14)	5.0 mm × 4.4 mm

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

Schematic Symbol



6 Specifications

6.1 Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)<sup>(1)</sup>

				MIN	MAX	UNIT
V <sub>CC+</sub>	Supply voltage <sup>(2)</sup>			18		V
V <sub>CC-</sub>				-18		
V <sub>ID</sub>	Differential input voltage <sup>(3)</sup>			±30		V
V <sub>I</sub>	Input voltage <sup>(2)(4)</sup>			±15		V
Duration of output short circuit <sup>(5)</sup>				Unlimited		
Continuous total power dissipation				See <a href="#">Dissipation Rating Table</a>		
T <sub>A</sub>	Operating free-air temperature		TL08_C TL08_AC TL08_BC	0	70	°C
			TL08_I	-40	85	
			TL084Q	-40	125	
			TL08_M	-55	125	
			Operating virtual junction temperature			
T <sub>C</sub>	Case temperature for 60 seconds	FK package	TL08_M	260		°C
	Lead temperature 1.6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	J or JG package	TL08_M	300		°C
T <sub>stg</sub>	Storage temperature			-65	150	°C

(1) Stresses beyond those listed under *Absolute Maximum Ratings* may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under *Recommended Operating Conditions* is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.  
(2) All voltage values, except differential voltages, are with respect to the midpoint between V<sub>CC+</sub> and V<sub>CC-</sub>.  
(3) Differential voltages are at IN+, with respect to IN–.  
(4) The magnitude of the input voltage must never exceed the magnitude of the supply voltage or 15 V, whichever is less.  
(5) The output may be shorted to ground or to either supply. Temperature and/or supply voltages must be limited to ensure that the dissipation rating is not exceeded.

6.2 ESD Ratings

			VALUE	UNIT
V <sub>(ESD)</sub>	Electrostatic discharge	Human body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 <sup>(1)</sup>	1000	V
		Charged-device model (CDM), per JEDEC specification JESD22-C101 <sup>(2)</sup>	1500	

(1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.  
(2) JEDEC document JEP157 states that 250-V CDM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

6.3 Recommended Operating Conditions

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

			MIN	MAX	UNIT
V <sub>CC+</sub>	Supply voltage		5	15	V
V <sub>CC-</sub>	Supply voltage		−5	−15	V
V <sub>CM</sub>	Common-mode voltage		V <sub>CC-</sub> + 4	V <sub>CC+</sub> − 4	V
T <sub>A</sub>	Ambient temperature	TL08xM	−55	125	°C
		TL08xQ	−40	125	
		TL08xI	−40	85	
		TL08xC	0	70	

## Electrical Characteristics for TL08xC, TL08xxC, and TL08xI (continued)

$V_{CC\pm} = \pm 15$  V (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	$T_A^{(1)}$	TL081C, TL082C, TL084C			TL081AC, TL082AC, TL084AC			TL081BC, TL082BC, TL084BC			TL081I, TL082I, TL084I			UNIT
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
$I_{CC}$	Supply current (each amplifier) $V_O = 0$ , No load	25°C		1.4	2.8		1.4	2.8		1.4	2.8		1.4	2.8	mA
$V_{OI}/V_{O2}$	Crosstalk attenuation $A_{VD} = 100$	25°C		120		120		120		120		120		120	dB

## 6.6 Electrical Characteristics for TL08xM and TL084x

$V_{CC\pm} = \pm 15$  V (unless otherwise noted)

PARAMETER			TEST CONDITIONS <sup>(1)</sup>	T <sub>A</sub>	TL081M, TL082M			TL084Q, TL084M			UNIT
					MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
V <sub>IO</sub>	Input offset voltage	V <sub>O</sub> = 0, R <sub>S</sub> = 50 Ω	25°C		3	6		3	9	mV	
			Full range			9		15			
α <sub>VIO</sub>	Temperature coefficient of input offset voltage	V <sub>O</sub> = 0, R <sub>S</sub> = 50 Ω	Full range		18			18		μV/°C	
I <sub>IO</sub>	Input offset current <sup>(2)</sup>	V <sub>O</sub> = 0	25°C		5	100		5	100	pA	
			125°C			20		20	nA		
I <sub>IB</sub>	Input bias current <sup>(2)</sup>	V <sub>O</sub> = 0	25°C		30	200		30	200	pA	
			125°C			50		50	nA		
V <sub>ICR</sub>	Common-mode input voltage range		25°C	±11	-12 to 15		±11	-12 to 15		V	
V <sub>OM</sub>	Maximum peak output voltage swing	R <sub>L</sub> = 10 kΩ	25°C	±12	±13.5		±12	±13.5		V	
		R <sub>L</sub> ≥ 10 kΩ	Full range	±12		±12					
		R <sub>L</sub> ≥ 2 kΩ		±10	±12	±10	±12				
A <sub>VD</sub>	Large-signal differential voltage amplification	V <sub>O</sub> = ±10 V, R <sub>L</sub> ≥ 2 kΩ	25°C	25	200		25	200		V/mV	
			Full range	15		15					
B <sub>1</sub>	Unity-gain bandwidth		25°C		3		3			MHz	
r <sub>i</sub>	Input resistance		25°C		10 <sup>12</sup>		10 <sup>12</sup>			Ω	
CMRR	Common-mode rejection ratio	V <sub>IC</sub> = V <sub>ICRmin</sub> , V <sub>O</sub> = 0, R <sub>S</sub> = 50 Ω	25°C	80	86		80	86		dB	
k <sub>SVR</sub>	Supply-voltage rejection ratio (ΔV <sub>CC±</sub> /ΔV <sub>IO</sub> )	V <sub>CC</sub> = ±15 V to ±9 V, V <sub>O</sub> = 0, R <sub>S</sub> = 50 Ω	25°C	80	86		80	86		dB	
I <sub>CC</sub>	Supply current (each amplifier)	V <sub>O</sub> = 0, No load	25°C		1.4	2.8		1.4	2.8	mA	
V <sub>O1</sub> /V <sub>O2</sub>	Crosstalk attenuation	A <sub>VD</sub> = 100	25°C		120		120			dB	

- (1) All characteristics are measured under open-loop conditions, with zero common-mode input voltage, unless otherwise specified.  
(2) Input bias currents of a FET-input operational amplifier are normal junction reverse currents, which are temperature sensitive, as shown in Figure 13. Pulse techniques must be used that maintain the junction temperatures as close to the ambient temperature as possible.

## 6.7 Operating Characteristics

$V_{CC\pm} = \pm 15$  V,  $T_A = 25^\circ C$  (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
SR	Slew rate at unity gain $V_i = 10$ V, $R_L = 2 k\Omega$ , $C_L = 100$ pF, See Figure 19	8 <sup>(1)</sup>	13		V/ $\mu s$
	$V_i = 10$ V, $R_L = 2 k\Omega$ , $C_L = 100$ pF, $T_A = -55^\circ C$ to $125^\circ C$ , See Figure 19	5 <sup>(1)</sup>			

(1) On products compliant to MIL-PRF-38535, this parameter is not production tested.

## 6.9 Typical Characteristics

Data at high and low temperatures are applicable only within the rated operating free-air temperature ranges of the various devices. The Figure numbers referenced in the following graphs are located in [Parameter Measurement Information](#).

Table 1. Table of Graphs

			Figure
$V_{OM}$	Maximum peak output voltage	versus Frequency versus Free-air temperature versus Load resistance versus Supply voltage	Figure 1, Figure 2, Figure 3 Figure 4 Figure 5 Figure 6
$A_{VD}$	Large-signal differential voltage amplification	versus Free-air temperature versus Load resistance	Figure 7 Figure 8
	Differential voltage amplification	versus Frequency with feed-forward compensation	Figure 9
$P_D$	Total power dissipation	versus Free-air temperature	Figure 10
$I_{CC}$	Supply current	versus Free-air temperature versus Supply voltage	Figure 11 Figure 12
$I_{IB}$	Input bias current	versus Free-air temperature	Figure 13
	Large-signal pulse response	versus Time	Figure 14
$V_O$	Output voltage	versus Elapsed time	Figure 15
CMRR	Common-mode rejection ratio	versus Free-air temperature	Figure 16
$V_n$	Equivalent input noise voltage	versus Frequency	Figure 17
THD	Total harmonic distortion	versus Frequency	Figure 18

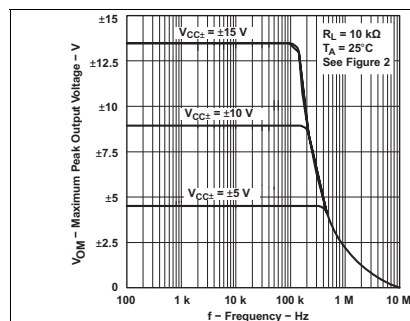


Figure 1. Maximum Peak Output Voltage  
vs  
Frequency

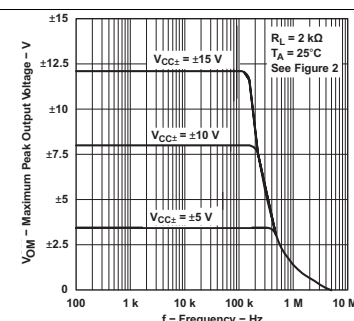


Figure 2. Maximum Peak Output Voltage  
vs  
Frequency

## Séance 2

## SÉANCE 2 / CAPTEURS ET MISE EN FORME

Pour ce TD, on pourra s'appuyer sur la fiche résumée : [Ampli Linéaire Intégré](#).

### Mission 2.1 - Élever une tension

Proposez un circuit permettant d'élever une tension d'un facteur  $k$ .

$$k > 1$$

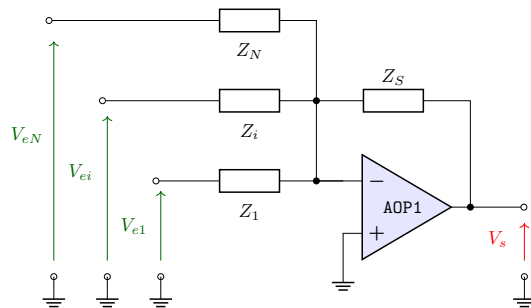
### Mission 2.2 - Amplifier un signal

Proposez un circuit permettant d'amplifier un signal de  $27dB$ , tout en garantissant une bande-passante de  $400kHz$ .

On utilisera des amplificateurs linéaires intégrés de type TL081 (documentation partielle donnée en annexe du TD1).

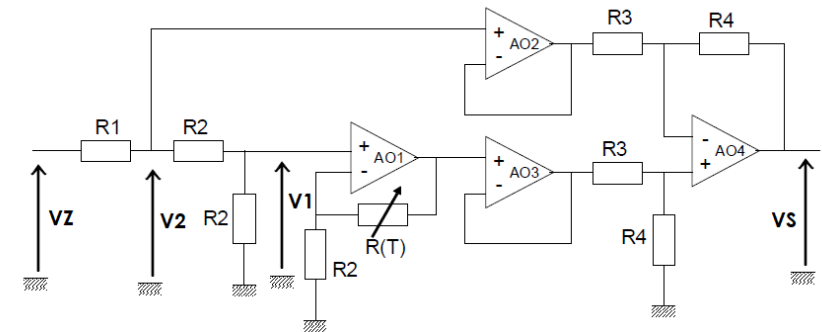
### Mission 2.3 - Additionner des signaux

On se propose d'étudier le circuit suivant :



### Mission 2.4 - Mettre en forme un capteur de température

On se propose d'étudier le circuit suivant :



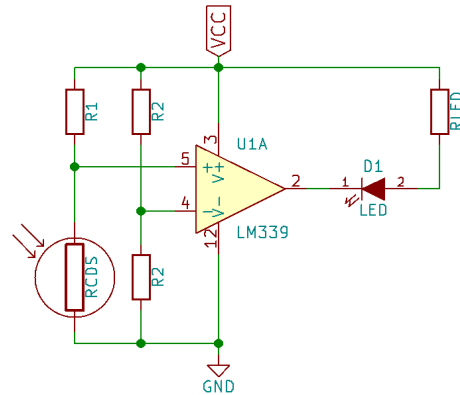
La thermistance utilisée est de type PT100. La relation entre sa résistance (en Ohms) et la température (en °C) est la suivante :

$$R(T) = 100 (1 + 3.90810^{-3}T - 5.80210^{-7}T^2)$$

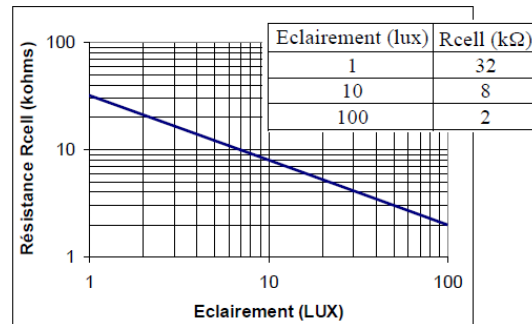
## Mission 2.B1 - Pilotage TOR en fonction de la luminosité

*TOR signifie Tout Ou Rien*

On souhaite réaliser un détecteur qui allume une LED lorsque la luminosité ambiante diminue. On propose pour cela le montage suivant qui utilise une cellule photoconductrice CdS. On donne :  $V_{cc} = 12\text{ V}$  et  $R_2 = 100\text{ k}\Omega$ .



On donne ci-dessous les caractéristiques de la cellule CdS.



Caractéristique Résistance en fonction de l'Eclairement de la cellule CDS

On rappelle que l'amplificateur linéaire intégré, le **LM339**, est un comparateur à collecteur ouvert (voir la fiche résumée AMPLIFICATEUR LINÉAIRE INTÉGRÉ).

1. Quelle est la fonction réalisée par l'amplificateur opérationnel (AO) dans ce montage ?
2. Dans quelle condition sur  $V_+$  et  $V_-$  la LED sera-t-elle allumée ?
3. Calculer la tension à la sortie de la cellule CDS.
4. Vérifier le bon fonctionnement du système.

On mesure la valeur de la photocellule ( $R_{cell0} = 5\text{ k}\Omega$ ) dans des conditions d'éclairement ambiant.

5. Calculer la valeur de  $R_1$  pour que la LED s'allume lorsque l'éclairement diminue d'un facteur 10.

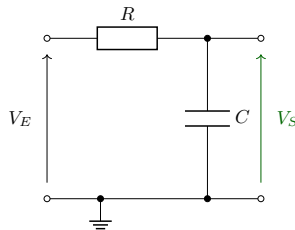
## Séance 3

## SÉANCE 3 / FILTRAGE D'UN SIGNAL ÉLECTRIQUE

Pour ce TD, on pourra s'appuyer sur les fiches résumées : Régime Harmonique, Ampli Linéaire Intégré et Filtre d'ordre 1

## Mission 3.1 - Charge et décharge d'un condensateur

Soit le circuit suivant :



1. Donnez le lien entre  $V_E(t)$  et  $V_S(t)$ .
2. Donnez l'expression de  $V_S(t)$  pour  $t > 0$  pour  $V_E(t) = E$  (constante). On supposera le condensateur totalement déchargé à  $t = 0$  (c'est à dire si  $V_S(0) = 0$ ) et tracez  $V_S(t)$ .
3. Donnez le protocole de mesure de la **réponse indicielle** de ce circuit.

## Mission 3.2 - Filtre analogique d'ordre 1

On reprend le schéma de l'exercice précédent (exercice 3.1), mais cette fois-ci, nous nous plaçons dans un régime harmonique. Ce circuit est alors alimenté par une source de tension sinusoïdale de pulsation  $\omega_0$ . On prendra  $R = 1 \text{ M}\Omega$  et  $C = 100 \text{ nF}$ .

1. Déterminez la **fonction de transfert**  $T(j\omega) = V_S/V_E$  en fonction de la pulsation et des éléments du montage.
2. Déduisez la **pulsation de coupure**  $\omega_0$  de  $T(j\omega)$  et le **gain dans la bande-passante** en fonction des éléments du montage.
3. Tracez le **diagramme de Bode** du gain et de la phase en fonction de la pulsation.

On réalise la réponse en fréquence de ce système expérimentalement à l'aide d'un générateur de fonction ( $R_s = 50 \Omega$ ) et d'un oscilloscope numérique ( $R_e = 1 \text{ M}\Omega$ ).

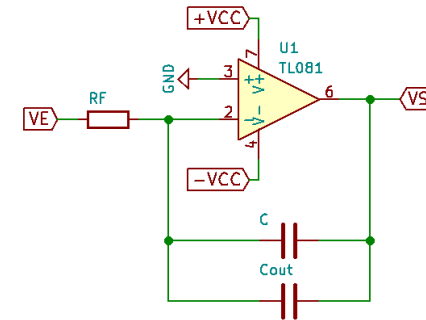
Après analyse, nous obtenons une fréquence caractéristique  $\omega_c = 20 \text{ rd/s}$  et une amplification dans la bande passante de 0.5.

4. Proposez une explication à ces résultats.
5. On met deux étages de ce type en **cascade**. Quelle est la fonction de transfert alors obtenue?

## Mission 3.3 - Filtre universel

## Bloc intégrateur

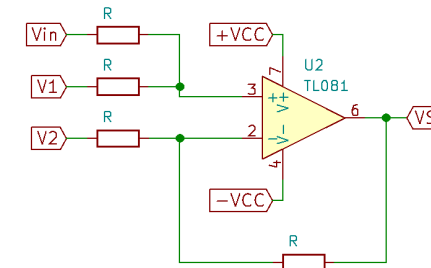
On se propose d'étudier la réponse du système suivant :



Donner la relation entre  $V_S$  et  $V_E$ .

## Bloc additionneur

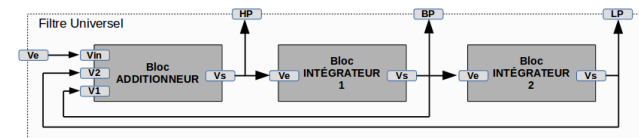
On s'intéresse à présent au bloc suivant :



Donner la relation entre  $V_S$ ,  $V_1$ ,  $V_2$  et  $V_{in}$ .

## Structure universelle

Soit la structure suivante, basée sur les montages vus précédemment :



1. Calculer  $V_{HP}$  en fonction de  $V_{in}$  et des divers composants.
2. Calculer  $V_{BP}$  et  $V_{LP}$ .
3. Que peuvent signifier les noms donnés aux signaux de sortie?

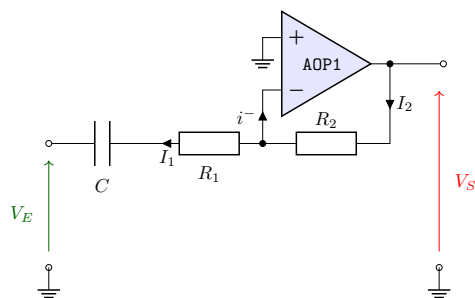
**Mission 3.3 - Filtre universel (suite)****Etude du composant UAF42**

On souhaite s'intéresser au composant UAF42, dont quelques pages de documentation technique sont données en annexe.

1. Retrouve-t-on la structure étudiée précédemment dans le schéma de la page 1 de la documentation technique ?
2. Le câblage de la figure 1 de la page 6 de la documentation technique est-il conforme à la structure universelle proposée précédemment ?
3. Retrouve-t-on la fonction de transfert calculée précédemment ?
4. Que doivent valoir  $R_{F1}$  et  $R_{F2}$  pour obtenir une pulsation de coupure de  $30 \cdot 10^3 \text{ rad/s}$  ?

**Mission 3.B1 - Impact des ALI**

On se propose d'étudier le montage suivant :



1. Donnez la fonction de transfert de ce montage dans le cas des hypothèses classiques sur les amplificateurs intégrés (régime linéaire en particulier :  $V^+ = V^-$ ).
2. Donnez la fonction de transfert de ce même montage en faisant l'hypothèse que la relation qui régit l'amplificateur linéaire est la suivante :  $V_S = A_0 \cdot (V^+ - V^-)$ .
3. Donnez la fonction de transfert de ce même montage en faisant l'hypothèse que la relation qui régit l'amplificateur linéaire est la suivante :  $V_S = A(j\omega) \cdot (V^+ - V^-)$ .

On prendra

$$A(j\omega) = \frac{A_0}{1 + j\omega/\omega_0}$$

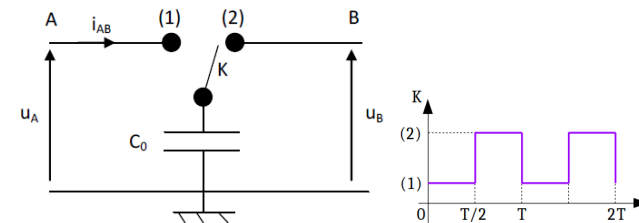
4. Expliquez alors la différence de comportement obtenu entre les 3 modélisations.

**Mission 3.B2 - Filtre à capacité commutée**

Nous allons nous intéresser à présent à des filtres dont la fréquence de coupure est pilotable par un signal extérieur.

**Capacité commutée**

On donne dans un premier temps la structure suivante, dont l'interrupteur  $K$  est piloté par le signal de commande ci-dessous :

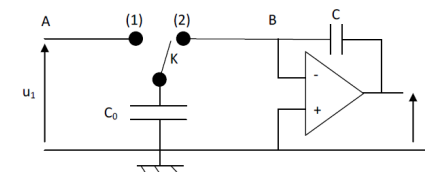


1. Calculer la charge stockée dans  $C_0$  entre les instants 0 et  $T/2$ , puis entre les instants  $T/2$  et  $T$ .
2. Quelle quantité de charges passe de A vers B entre les instants 0 et  $T$  ?
3. Calculer alors le courant moyen circulant du point A au point B pendant une période  $T$ .
4. Donner l'expression de la résistance équivalente  $R_{AB}$  vue entre les bornes A et B de cette cellule.

**Intégrateur à capacité commutée**

On réalise un intégrateur à partir du circuit de la figure 2.

1. Donner la fonction de transfert du circuit  $T(j\omega) = u_2/u_1$  en fonction de  $R_{AB}$  et de  $C$ .



2. Que devient alors la fonction de transfert  $T(j\omega) = u_2/u_1$  en fonction des éléments du système ( $C_0$  et  $C$ ) ?
3. Quel est l'intérêt d'un tel circuit ?



## UNIVERSAL ACTIVE FILTER

Check for Samples: [UAF42](#)

### FEATURES

- **VERSATILE:**
  - Low-Pass, High-Pass
  - Band-Pass, Band-Reject
- **SIMPLE DESIGN PROCEDURE**
- **ACCURATE FREQUENCY AND Q:**
  - Includes On-Chip 1000pF  $\pm 0.5\%$  Capacitors

### APPLICATIONS

- TEST EQUIPMENT
- COMMUNICATIONS EQUIPMENT
- MEDICAL INSTRUMENTATION
- DATA ACQUISITION SYSTEMS
- MONOLITHIC REPLACEMENT FOR UAF41

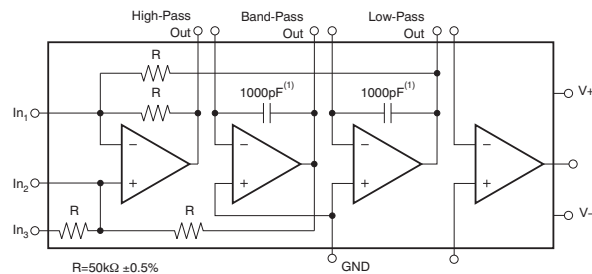
### DESCRIPTION

The UAF42 is a universal active filter that can be configured for a wide range of low-pass, high-pass, and band-pass filters. It uses a classic state-variable analog architecture with an inverting amplifier and two integrators. The integrators include on-chip 1000pF capacitors trimmed to 0.5%. This architecture solves one of the most difficult problems of active filter design—obtaining tight tolerance, low-loss capacitors.

A DOS-compatible filter design program allows easy implementation of many filter types, such as Butterworth, Bessel, and Chebyshev. A fourth, uncommitted FET-input op amp (identical to the other three) can be used to form additional stages, or for special filters such as band-reject and Inverse Chebyshev.

The classical topology of the UAF42 forms a time-continuous filter, free from the anomalies and switching noise associated with switched-capacitor filter types.

The UAF42 is available in 14-pin plastic DIP and SOIC-16 surface-mount packages, specified for the  $-25^{\circ}\text{C}$  to  $+85^{\circ}\text{C}$  temperature range.



NOTE: (1)  $\pm 0.5\%$ .



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.

All trademarks are the property of their respective owners.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of the Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 1992–2010, Texas Instruments Incorporated

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

At  $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ , and  $V_S = \pm 15\text{V}$ , unless otherwise noted.

PARAMETER	CONDITIONS	UAF42AP, AU			UNIT
		MIN	TYP	MAX	
FILTER PERFORMANCE					
Frequency Range, $f_n$	$f = 1\text{ kHz}$		0 to 100		kHz
Frequency Accuracy vs Temperature			0.01	1	%/°C
Maximum Q			400		—
Maximum (Q • Frequency) Product			500		kHz
Q vs Temperature		$(f_0 \cdot Q) < 10^4$	0.01		%/°C
	$(f_0 \cdot Q) < 10^5$	0.025		%/°C	
Q Repeatability	$(f_0 \cdot Q) < 10^5$	2			
Offset Voltage, Low-Pass Output				±5	mV
Resistor Accuracy			0.5	1	%
OFFSET VOLTAGE <sup>(1)</sup>					
Input Offset Voltage vs Temperature			±0.5	±5	mV
vs Power Supply	$V_S = \pm 6\text{V}$ to $\pm 18\text{V}$	80	±3		μV/°C
			96		dB
INPUT BIAS CURRENT <sup>(1)</sup>					
Input Bias Current	$V_{CM} = 0\text{V}$		10	50	pA
Input Offset Current	$V_{CM} = 0\text{V}$		5		pA
NOISE					
Input Voltage Noise					
Noise Density: $f = 10\text{Hz}$			25		nV/√Hz
Noise Density: $f = 10\text{kHz}$			10		nV/√Hz
Voltage Noise: BW = 0.1Hz to 10Hz			2		μV <sub>PP</sub>
Input Bias Current Noise					
Noise Density: $f = 10\text{kHz}$			2		fA/√Hz
INPUT VOLTAGE RANGE <sup>(1)</sup>					
Common-Mode Input Range			±11.5		V
Common-Mode Rejection	$V_{CM} = \pm 10\text{V}$	80	96		dB
INPUT IMPEDANCE <sup>(1)</sup>					
Differential			$10^{13} \parallel 2$		Ω    pF
Common-Mode			$10^{13} \parallel 6$		Ω    pF
OPEN-LOOP GAIN <sup>(1)</sup>					
Open-Loop Voltage Gain	$V_O = \pm 10\text{V}$ , $R_L = 2\text{k}\Omega$	90	126		dB
FREQUENCY RESPONSE					
Slew Rate			10		V/μs
Gain-Bandwidth Product	$G = +1$		4		MHz
Total Harmonic Distortion	$G = +1$ , $f = 1\text{kHz}$		0.1		%
OUTPUT <sup>(1)</sup>					
Voltage Output	$R_L = 2\text{k}\Omega$	±11	±11.5		V
Short Circuit Current			±25		mA

(1) Specifications apply to uncommitted op amp,  $A_4$ . The three op amps forming the filter are identical to  $A_4$  but are tested as a complete filter.



## APPLICATION INFORMATION

The UAF42 is a monolithic implementation of the proven state-variable analog filter topology. This device is pin-compatible with the popular UAF41 analog filter, and it provides several improvements.

The slew rate of the UAF42 has been increased to 10V/μs, versus 1.6V/μs for the UAF41. Frequency • Q product of the UAF42 has been improved, and the useful natural frequency extended by a factor of four to 100kHz. FET input op amps on the UAF42 provide very low input bias current. The monolithic construction of the UAF42 provides lower cost and improved reliability.

## DESIGN PROGRAM

Application report [SBFA002](#) (available for download at [www.ti.com](#)) and a computer-aided design program also available from Texas Instruments, make it easy to design and implement many kinds of active filters. The DOS-compatible program guides you through the design process and automatically calculates component values.

Low-pass, high-pass, band-pass and band-reject (notch) filters can be designed. The program supports the three most commonly-used all-pole filter types: Butterworth, Chebyshev and Bessel. The less-familiar inverse Chebyshev is also supported, providing a smooth passband response with ripple in the stop band.

With each data entry, the program automatically calculates and displays filter performance. This feature allows a spreadsheet-like *what-if* design approach. For example, a user can quickly determine, by trial and error, how many poles are required for a desired attenuation in the stopband. Gain/phase plots may be viewed for any response type.

The basic building element of the most commonly-used filter types is the second-order section. This section provides a complex-conjugate pair of poles. The natural frequency,  $\omega_n$ , and Q of the pole pair determine the characteristic response of the section. The low-pass transfer function is shown in [Equation 1](#):

$$\frac{V_O(s)}{V_I(s)} = \frac{A_{LP}\omega_n^2}{s^2 + s\omega_n/Q + \omega_n^2} \quad (1)$$

The high-pass transfer function is given by [Equation 2](#):

$$\frac{V_{HP}(s)}{V_I(s)} = \frac{A_{HP}s^2}{s^2 + s\omega_n/Q + \omega_n^2} \quad (2)$$

The band-pass transfer function is calculated using [Equation 3](#):

$$\frac{V_{BP}(s)}{V_I(s)} = \frac{A_{BP}(\omega_n/Q)s}{s^2 + s\omega_n/Q + \omega_n^2} \quad (3)$$

A band-reject response is obtained by summing the low-pass and high-pass outputs, yielding the transfer function shown in [Equation 4](#):

$$\frac{V_{BR}(s)}{V_I(s)} = \frac{A_{BR}(s^2 + \omega_n^2)}{s^2 + s\omega_n/Q + \omega_n^2} \quad (4)$$

The most common filter types are formed with one or more cascaded second-order sections. Each section is designed for  $\omega_n$  and Q according to the filter type (Butterworth, Bessel, Chebyshev, etc.) and cutoff frequency. While tabulated data can be found in virtually any filter design text, the design program eliminates this tedious procedure.

Second-order sections may be noninverting ([Figure 1](#)) or inverting ([Figure 2](#)). Design equations for these two basic configurations are shown for reference. The design program solves these equations, providing complete results, including component values.

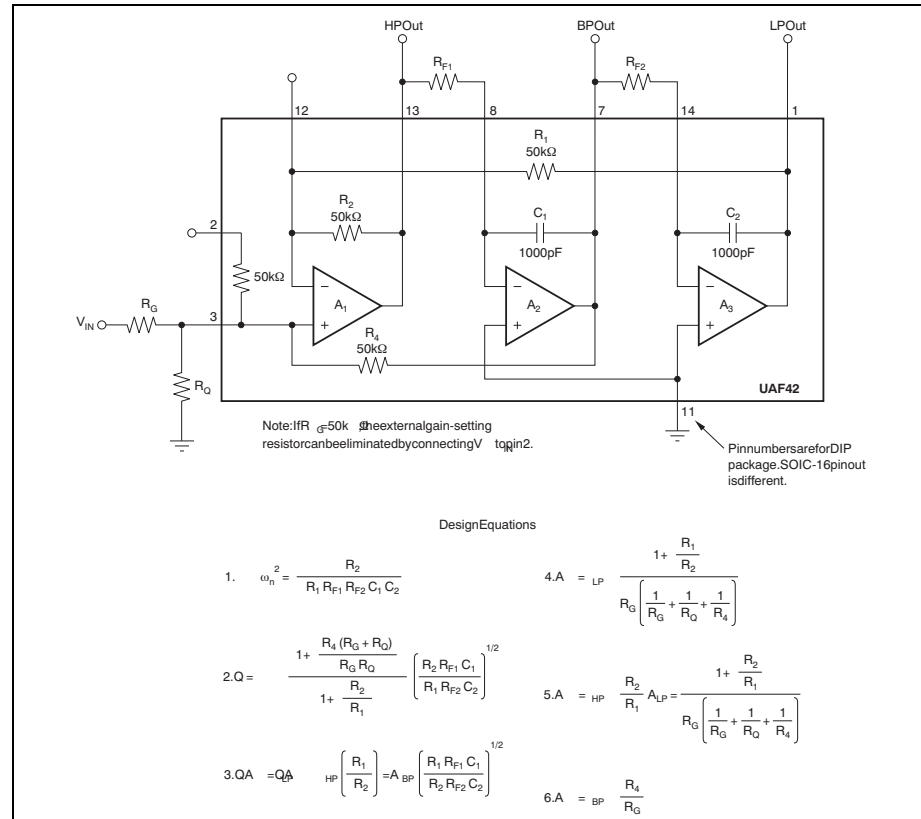


Figure 1. Noninverting Pole-Pair

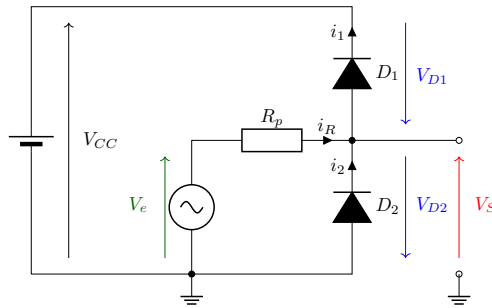
## SÉANCE 4 / DIODES

Pour ce TD, on pourra s'appuyer sur la fiche résumée : [Diodes / LED / Photodiodes](#)

### Mission 4.1 - Limiter une tension

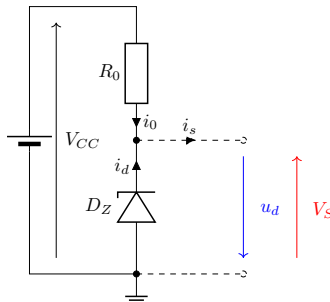
Rappeler le fonctionnement d'une diode.

Décrire le fonctionnement du montage suivant :



### Mission 4.2 - Réguler une tension

Soit le montage suivant :

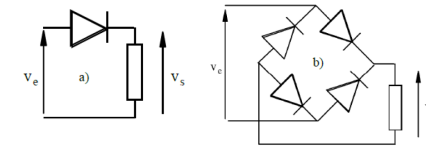


On donne une partie de la documentation d'une diode Zener de type 1N47xxA.

Expliquez le rôle de ce montage.

### Mission 4.3 - Redresser une tension

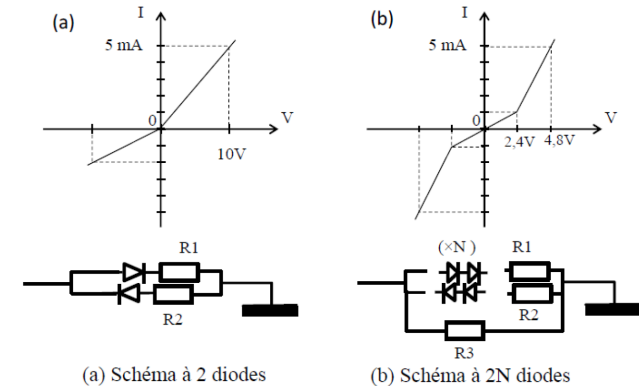
Soient les circuits suivants :



Donnez l'allure du signal de sortie  $V_S(t)$  des circuits a et b suivants pour un signal d'entrée de forme sinusoïdale telle que  $V_e(t) = A \cdot \sin(\omega t)$  dans le cas d'une diode idéale. Puis dans le cas d'une diode avec une tension de seuil  $V_d$ . On supposera que  $A > V_d$ .

### Mission 4.4 - Modifier la forme d'une tension

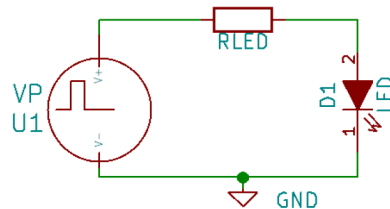
On considère les deux montages suivants :



1. Dans le cas du montage de la figure (a) et d'utilisation de diodes parfaites et idéales, que doivent valoir  $R_1$  et  $R_2$  pour obtenir la caractéristique tracée dans le graphe  $I(V)$  ?
2. Dans le cas du montage de la figure (b), les diodes ont pour seuil 0,6 V. Que doivent valoir  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$  et le nombre de diodes  $N$  ( $N = 2$  a été dessiné arbitrairement) pour obtenir la caractéristique tracée dans le graphe  $I(V)$  ?

## Mission 4.B1 - Emettre des photons à partir d'une LED

On souhaite réaliser un montage émetteur à l'aide d'une **diode rouge** de type KingBright L-53HD. On propose d'étudier le montage suivant :



On donne une partie de la documentation :

Absolute Maximum Ratings at  $T_A=25^\circ\text{C}$ 

Parameter	Bright Red	Units
Power dissipation	120	mW
DC Forward Current	25	mA
Peak Forward Current [1]	130	mA
Reverse Voltage	5	V
Operating/Storage Temperature	$-40^\circ\text{C}$ To $+85^\circ\text{C}$	
Lead Solder Temperature [2]	260°C For 5 Seconds	

Notes:

1. 1/10 Duty Cycle, 0.1ms Pulse Width.
2. 2mm below package base.

1. Cas 1 : La source de tension  $V_P$  est une **source continue**. Elle délivre une différence de potentiel de 5 V.
  - (a) Quelle est la valeur maximale du courant que la diode peut supporter dans ces conditions ?
  - (b) Quelle est la valeur minimale que doit avoir  $R_{LED}$  pour respecter cette condition ?
  - (c) Quel sera alors le courant moyen qui traversera la LED ?
2. Cas 2 : La source de tension  $V_P$  est une **source impulsionnelle**. Elle délivre des impulsions de 5 V de durée 0.1 ms avec une fréquence de répétition de 1 kHz.
  - (a) Quelle est la valeur maximale du courant que la diode peut supporter dans ces conditions ?
  - (b) Quelle est la valeur minimale que doit avoir  $R_{LED}$  pour respecter cette condition ?
  - (c) Quel sera alors le courant moyen qui traversera la LED ?


[www.vishay.com](http://www.vishay.com)

## 1N4728A to 1N4761A

Vishay Semiconductors

## Zener Diodes



## FEATURES

- Silicon planar power Zener diodes
- For use in stabilizing and clipping circuits with high power rating
- Standard Zener voltage tolerance is  $\pm 5\%$
- Material categorization: for definitions of compliance please see [www.vishay.com/doc?99912](http://www.vishay.com/doc?99912)



RoHS  
COMPLIANT  
HALOGEN  
FREE

## APPLICATIONS

- Voltage stabilization

## LINKS TO ADDITIONAL RESOURCES



## PRIMARY CHARACTERISTICS

PARAMETER	VALUE	UNIT
$V_Z$ range nom.	3.3 to 75	V
Test current $I_{ZT}$	3.3 to 76	mA
$V_Z$ specification	Thermal equilibrium	
Circuit configuration	Single	

## ORDERING INFORMATION

DEVICE NAME	ORDERING CODE	TAPED UNITS PER REEL	MINIMUM ORDER QUANTITY
1N4728A to 1N4761A	1N4728A to 1N4761A -series-TR	5000 per 13" reel	25 000/box
1N4728A to 1N4761A	1N4728A to 1N4761A-series-TAP	5000 per ammpack (52 mm tape)	25 000/box

## PACKAGE

PACKAGE NAME	WEIGHT	MOLDING COMPOUND FLAMMABILITY RATING	MOISTURE SENSITIVITY LEVEL	SOLDERING CONDITIONS
DO-41 (DO-204AL)	310 mg	UL 94 V-0	MSL level 1 (according J-STD-020)	Peak temperature max. 260 °C

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ( $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$ , unless otherwise specified)

PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
Power dissipation	Valid provided that leads at a distance of 4 mm from case are kept at ambient temperature	$P_{tot}$	1300	mW
Zener current		$I_Z$	$P_V/V_Z$	mA
Thermal resistance junction to ambient air	Valid provided that leads at a distance of 4 mm from case are kept at ambient temperature	$R_{thJA}$	110	K/W
Junction temperature		$T_j$	175	°C
Storage temperature range		$T_{stg}$	-65 to +175	°C
Forward voltage (max.)	$I_F = 200\text{ mA}$	$V_F$	1.2	V



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T <sub>amb</sub> = 25 °C, unless otherwise specified)									
PART NUMBER	ZENER VOLTAGE RANGE <sup>(1)</sup>	TEST CURRENT		REVERSE LEAKAGE CURRENT		DYNAMIC RESISTANCE f = 1 kHz		SURGE CURRENT <sup>(3)</sup>	REGULATOR CURRENT <sup>(2)</sup>
	V <sub>Z</sub> at I <sub>ZT1</sub>	I <sub>ZT1</sub>	I <sub>ZT2</sub>	I <sub>R</sub> at V <sub>R</sub>		Z <sub>zt</sub> at I <sub>ZT1</sub>	Z <sub>zk</sub> at I <sub>ZT2</sub>	I <sub>R</sub>	I <sub>ZM</sub>
	V	mA	mA	μA	V	Ω		mA	mA
	NOM.			MAX.		TYP.	MAX.		MAX.
1N4728A	3.3	76	1	100	1	10	400	1380	276
1N4729A	3.6	69	1	100	1	10	400	1260	252
1N4730A	3.9	64	1	50	1	9	400	1190	234
1N4731A	4.3	58	1	10	1	9	400	1070	217
1N4732A	4.7	53	1	10	1	8	500	970	193
1N4733A	5.1	49	1	10	1	7	550	890	178
1N4734A	5.6	45	1	10	2	5	600	810	162
1N4735A	6.2	41	1	10	3	2	700	730	146
1N4736A	6.8	37	1	10	4	3.5	700	660	133
1N4737A	7.5	34	0.5	10	5	4	700	605	121
1N4738A	8.2	31	0.5	10	6	4.5	700	550	110
1N4739A	9.1	28	0.5	10	7	5	700	500	100
1N4740A	10	25	0.25	10	7.6	7	700	454	91
1N4741A	11	23	0.25	5	8.4	8	700	414	83
1N4742A	12	21	0.25	5	9.1	9	700	380	76
1N4743A	13	19	0.25	5	9.9	10	700	344	69
1N4744A	15	17	0.25	5	11.4	14	700	304	61
1N4745A	16	15.5	0.25	5	12.2	16	700	285	57
1N4746A	18	14	0.25	5	13.7	20	750	250	50
1N4747A	20	12.5	0.25	5	15.2	22	750	225	45
1N4748A	22	11.5	0.25	5	16.7	23	750	205	41
1N4749A	24	10.5	0.25	5	18.2	25	750	190	38
1N4750A	27	9.5	0.25	5	20.6	35	750	170	34
1N4751A	30	8.5	0.25	5	22.8	40	1000	150	30
1N4752A	33	7.5	0.25	5	25.1	45	1000	135	27
1N4753A	36	7	0.25	5	27.4	50	1000	125	25
1N4754A	39	6.5	0.25	5	29.7	60	1000	115	23
1N4755A	43	6	0.25	5	32.7	70	1500	110	22
1N4756A	47	5.5	0.25	5	35.8	80	1500	95	19
1N4757A	51	5	0.25	5	38.8	95	1500	90	18
1N4758A	56	4.5	0.25	5	42.6	110	2000	80	16
1N4759A	62	4	0.25	5	47.1	125	2000	70	14
1N4760A	68	3.7	0.25	5	51.7	150	2000	65	13
1N4761A	75	3.3	0.25	5	56	175	2000	60	12

**Notes**

<sup>(1)</sup> Based on DC measurement at thermal equilibrium while maintaining the lead temperature (T<sub>L</sub>) at 30 °C + 1 °C, 9.5 mm (3/8") from the diode body

<sup>(2)</sup> Valid provided that electrodes at a distance of 4 mm from case are kept at ambient temperature

<sup>(3)</sup> t<sub>p</sub> = 10 ms.

## Séance 5

## SÉANCE 5 / PHOTODÉTECTION

Pour ce TD, on pourra s'appuyer sur la fiche résumée : [Diodes / LED / Photodiodes](#)

## Mission 5.1 - Emettre une information lumineuse

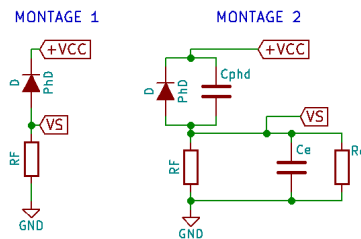
En se basant sur une **LED IR** de type SFH415.

Proposer un montage émetteur permettant d'obtenir un flux lumineux sinusoïdal sans risque pour la LED, et donner les paramètres des différentes sources utilisées et des autres éléments du montage.

## Mission 5.2 - Transmettre une information par la lumière

En se basant sur une **LED IR** de type SFH415 et une **photodiode** de type SFH229, on souhaite réaliser un système de transmission d'information par la lumière.

On se propose dans un premier temps d'utiliser le montage « simple » de photodétection.



A quoi correspondent les deux montages proposés ?

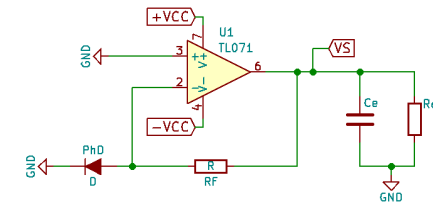
Donner la fonction de transfert du montage en fonction du flux lumineux reçu.

Quelle est alors la limite en fréquence d'un tel montage ? Peut-on transmettre des données binaires ?

## Mission 5.3 - Transmettre une information par la lumière - transimpédance

En se basant sur une **LED IR** de type SFH415 et une **photodiode** de type SFH229, on souhaite réaliser un système de transmission d'information par la lumière.

On se propose dans un premier temps d'utiliser le montage de photodétection de type transimpédance.



Donner la fonction de transfert du montage en fonction du flux lumineux reçu.

Quelle est alors la limite en fréquence d'un tel montage ? Peut-on transmettre des données binaires ?

## Mission 5.B1 - Modéliser le montage transimpédance

Dans l'exemple précédent, nous avons supposé l'amplificateur linéaire idéal.

On prendra le modèle suivant pour l'amplificateur linéaire :

$$V_S = \frac{A_0}{1 + j \cdot \frac{\omega}{\omega_0}} \cdot (V^+ - V^-)$$

Calculer la fonction de transfert  $T(j \cdot \omega) = V_S / i_{PHD}$  du montage suivant :

## SFH 415



### Wesentliche Merkmale

- GaAs-LED mit sehr hohem Wirkungsgrad
- Hohe Zuverlässigkeit
- UL Version erhältlich
- Gute spektrale Anpassung an Si-Fotoempfänger
- SFH 415: Gehäusegleich mit SFH 300, SFH 203

### Anwendungen

- IR-Fernsteuerung von Fernseh- und Rundfunkgeräten, Videorecordern, Lichtdimmern
- Gerätefernsteuerungen für Gleich- und Wechsellichtbetrieb
- Rauchmelder
- Sensorik
- Diskrete Lichtschranken

### Features

- Very highly efficient GaAs-LED
- High reliability
- UL version available
- Spectral match with silicon photodetectors
- SFH 415: Same package as SFH 300, SFH 203

### Applications

- IR remote control of hi-fi and TV-sets, video tape recorders, dimmers
- Remote control for steady and varying intensity
- Smoke detectors
- Sensor technology
- Discrete interrupters

Type	Bestellnummer Ordering Code	Strahlstärkegruppierung <sup>1)</sup> ( $I_F = 100 \text{ mA}$ , $t_p = 20 \text{ ms}$ ) Radiant Intensity Grouping <sup>1)</sup> $I_e \text{ (mW/sr)}$
SFH 415	Q62702-P0296	> 25
SFH 415-U	Q62702-P1137	> 40

<sup>1)</sup> gemessen bei einem Raumwinkel  $\Omega = 0.01 \text{ sr}$  / measured at a solid angle of  $\Omega = 0.01 \text{ sr}$

### Grenzwerte ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ ) Maximum Ratings

Bezeichnung Parameter	Symbol Symbol	Wert Value	Einheit Unit
Betriebs- und Lagertemperatur Operating and storage temperature range	$T_{op}; T_{stg}$	- 40 ... + 100	$^\circ\text{C}$
Sperrspannung Reverse voltage	$V_R$	5	V
Durchlassstrom Forward current	$I_F$	100	mA
Stoßstrom, $t_p = 10 \mu\text{s}$ , $D = 0$ Surge current	$I_{FSM}$	3	A
Verlustleistung Power dissipation	$P_{tot}$	165	mW
Wärmewiderstand Thermal resistance	$R_{thJA}$	450	K/W

### Kennwerte ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ ) Characteristics

Bezeichnung Parameter	Symbol Symbol	Wert Value	Einheit Unit
Wellenlänge der Strahlung Wavelength at peak emission $I_F = 100 \text{ mA}$ , $t_p = 20 \text{ ms}$	$\lambda_{peak}$	950	nm
Spektrale Bandbreite bei 50% von $I_{max}$ Spectral bandwidth at 50% of $I_{max}$ $I_F = 100 \text{ mA}$	$\Delta\lambda$	55	nm
Abstrahlwinkel Half angle SFH 415	$\varphi$	$\pm 17$	Grad
Aktive Chipfläche Active chip area	$A$	0.09	$\text{mm}^2$
Abmessungen der aktiven Chipfläche Dimensions of the active chip area	$L \times B$ $L \times W$	$0.3 \times 0.3$	$\text{mm}^2$
Abstand Chipoberfläche bis Linsenscheitel Distance chip front to lens top	$H$	4.2 ... 4.8	mm

**Kennwerte** ( $T_A = 25\text{ °C}$ )  
**Characteristics** (cont'd)

Bezeichnung Parameter	Symbol Symbol	Wert Value	Einheit Unit
Schaltzeiten, $I_e$ von 10% auf 90% und von 90% auf 10%, bei $I_F = 100\text{ mA}$ , $R_L = 50\text{ }\Omega$ Switching times, $I_e$ from 10% to 90% and from 90% to 10%, $I_F = 100\text{ mA}$ , $R_L = 50\text{ }\Omega$	$t_r$ , $t_f$	0.5	$\mu\text{s}$
Kapazität Capacitance $V_R = 0\text{ V}$ , $f = 1\text{ MHz}$	$C_o$	25	pF
Durchlassspannung Forward voltage $I_F = 100\text{ mA}$ , $t_p = 20\text{ ms}$ $I_F = 1\text{ A}$ , $t_p = 100\text{ }\mu\text{s}$	$V_F$ $V_F$	1.3 ( $\leq 1.5$ ) 2.3 ( $\leq 2.8$ )	V V
Sperrstrom Reverse current $V_R = 5\text{ V}$	$I_R$	0.01 ( $\leq 1$ )	$\mu\text{A}$
Gesamtstrahlungsfluss Total radiant flux $I_F = 100\text{ mA}$ , $t_p = 20\text{ ms}$	$\Phi_e$	22	mW
Temperaturkoeffizient von $I_e$ bzw. $\Phi_e$ , $I_F = 100\text{ mA}$ Temperature coefficient of $I_e$ or $\Phi_e$ , $I_F = 100\text{ mA}$	$TC_I$	- 0.5	%/K
Temperaturkoeffizient von $V_F$ , $I_F = 100\text{ mA}$ Temperature coefficient of $V_F$ , $I_F = 100\text{ mA}$	$TC_V$	- 2	mV/K
Temperaturkoeffizient von $\lambda$ , $I_F = 100\text{ mA}$ Temperature coefficient of $\lambda$ , $I_F = 100\text{ mA}$	$TC_\lambda$	+ 0.3	nm/K

**Silizium-PIN-Fotodiode mit sehr kurzer Schaltzeit**  
**Silicon PIN Photodiode with Very Short Switching Time**  
**Lead (Pb) Free Product - RoHS Compliant**

**SFH 229**  
**SFH 229 FA**



SFH 229



SFH 229 FA

**Wesentliche Merkmale**

- Speziell geeignet für Anwendungen im Bereich von 380 nm bis 1100 nm (SFH 229) und bei 880 nm (SFH 229 FA)
- Kurze Schaltzeit (typ. 10 ns)
- 3 mm-Plastikbauform im LED-Gehäuse
- Auch gegurtet lieferbar

**Anwendungen**

- Lichtschranken für Gleich- und Wechselbetrieb
- Industrieelektronik
- „Messen/Steuern/Regeln“

**Features**

- Especially suitable for applications from 380 nm to 1100 nm (SFH 229) and of 880 nm (SFH 229 FA)
- Short switching time (typ. 10 ns)
- 3 mm LED plastic package
- Also available on tape and reel

**Applications**

- Photointerrupters
- Industrial electronics
- For control and drive circuits

Typ Type	Bestellnummer Ordering Code
SFH 229	Q62702P0215
SFH 229 FA	Q62702P0216

**Grenzwerte**  
**Maximum Ratings**

Bezeichnung Parameter	Symbol Symbol	Wert Value	Einheit Unit
Betriebs- und Lagertemperatur Operating and storage temperature range	$T_{op}; T_{stg}$	- 40 ... + 100	°C
Sperrspannung Reverse voltage	$V_R$	20	V
Verlustleistung Total power dissipation	$P_{tot}$	150	mW

**Kennwerte ( $T_A = 25\text{ °C}$ )**  
**Characteristics**

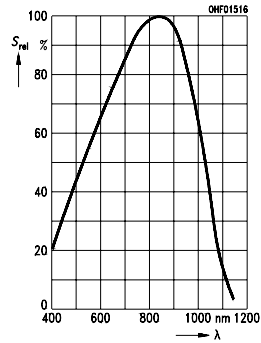
Bezeichnung Parameter	Symbol Symbol	Wert Value		Einheit Unit
		SFH 229	SFH 229 FA	
Fotostrom Photocurrent $V_R = 5\text{ V}$ , Normlicht/standard light A, $T = 2856\text{ K}$ , $E_V = 1000\text{ lx}$ $V_R = 5\text{ V}$ , $\lambda = 950\text{ nm}$ , $E_e = 1\text{ mW/cm}^2$	$I_P$ $I_P$	28 ( $\geq 18$ ) —	— 20 ( $\geq 10.8$ )	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
Wellenlänge der max. Fotoempfindlichkeit Wavelength of max. sensitivity	$\lambda_{S\text{ max}}$	860	900	nm
Spektraler Bereich der Fotoempfindlichkeit $S = 10\%$ von $S_{\text{max}}$ Spectral range of sensitivity $S = 10\%$ of $S_{\text{max}}$	$\lambda$	380 ... 1100	730 ... 1100	nm
Bestrahlungsempfindliche Fläche Radiant sensitive area	$A$	0.3	0.3	$\text{mm}^2$
Abmessung der bestrahlungsempfindlichen Fläche Dimensions of radiant sensitive area	$L \times B$ $L \times W$	$0.56 \times 0.56$	$0.56 \times 0.56$	$\text{mm} \times \text{mm}$
Halbwinkel Half angle	$\varphi$	$\pm 17$	$\pm 17$	Grad deg.
Dunkelstrom, $V_R = 10\text{ V}$ Dark current	$I_R$	50 ( $\leq 5000$ )	50 ( $\leq 5000$ )	pA
Spektrale Fotoempfindlichkeit, $\lambda = 850\text{ nm}$ Spectral sensitivity	$S_\lambda$	0.62	0.60	A/W
Quantenausbeute, $\lambda = 850\text{ nm}$ Quantum yield	$\eta$	0.90	0.88	<u>Electrons</u> Photon

**Kennwerte ( $T_A = 25\text{ °C}$ )**  
**Characteristics (cont'd)**

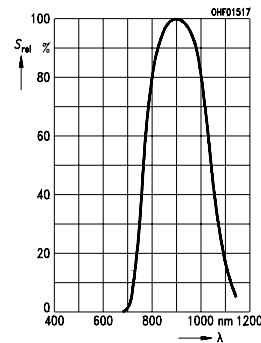
Bezeichnung Parameter	Symbol Symbol	Wert Value		Einheit Unit
		SFH 229	SFH 229 FA	
Leerlaufspannung Open-circuit voltage $E_V = 1000\text{ lx}$ , Normlicht/standard light A, $T = 2856\text{ K}$ $E_e = 0.5\text{ mW/cm}^2$ , $\lambda = 950\text{ nm}$	$V_O$ $V_O$	450 ( $\geq 400$ ) —	— 420 ( $\geq 370$ )	mV mV
Kurzschlußstrom Short-circuit current $E_V = 1000\text{ lx}$ , Normlicht/standard light A, $T = 2856\text{ K}$ $E_e = 0.5\text{ mW/cm}^2$ , $\lambda = 950\text{ nm}$	$I_{SC}$ $I_{SC}$	27 —	— 9	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
Anstiegs- und Abfallzeit des Fotostromes Rise and fall time of the photocurrent $R_L = 50\text{ }\Omega$ , $V_R = 10\text{ V}$ ; $\lambda = 850\text{ nm}$ ; $I_p = 800\text{ }\mu\text{A}$	$t_r, t_f$	10	10	ns
Durchlaßspannung, $I_F = 100\text{ mA}$ , $E = 0$ Forward voltage	$V_F$	1.3	1.3	V
Kapazität, $V_R = 0\text{ V}$ , $f = 1\text{ MHz}$ , $E = 0$ Capacitance	$C_0$	13	13	pF
Temperaturkoeffizient von $V_O$ Temperature coefficient of $V_O$	$TC_V$	- 2.6	- 2.6	mV/K
Temperaturkoeffizient von $I_{SC}$ Temperature coefficient of $I_{SC}$ Normlicht/standard light A $\lambda = 950\text{ nm}$	$TC_I$	0.18 —	— 0.2	%/K
Rauschäquivalente Strahlungsleistung Noise equivalent power $V_R = 10\text{ V}$ , $\lambda = 850\text{ nm}$	$NEP$	$6.5 \times 10^{-15}$	$6.5 \times 10^{-15}$	$\frac{\text{W}}{\sqrt{\text{Hz}}}$
Nachweisgrenze, $V_R = 10\text{ V}$ , $\lambda = 850\text{ nm}$ Detection limit	$D^*$	$8.4 \times 10^{12}$	$8.4 \times 10^{12}$	$\frac{\text{cm} \times \sqrt{\text{Hz}}}{\text{W}}$



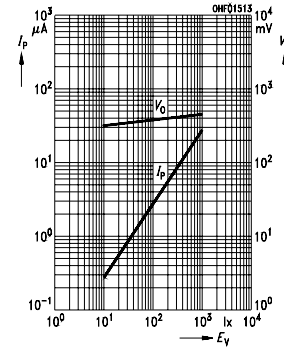
**Relative Spectral Sensitivity**  
 $S_{\text{rel}} = f(\lambda)$   
**SFH 229**



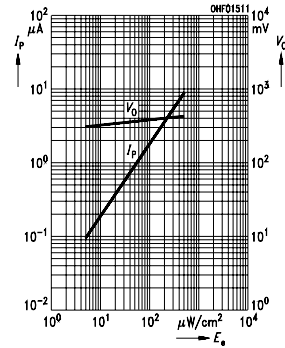
**Relative Spectral Sensitivity**  
 $S_{\text{rel}} = f(\lambda)$   
**SFH 229 FA**



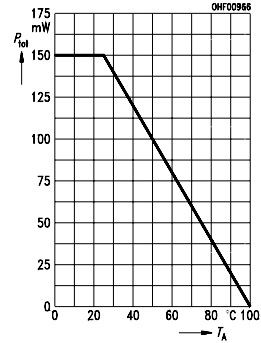
**Photocurrent  $I_P = f(E_v)$ ,  $V_R = 5 \text{ V}$**   
**Open-Circuit Voltage  $V_O = f(E_v)$**   
**SFH 229**



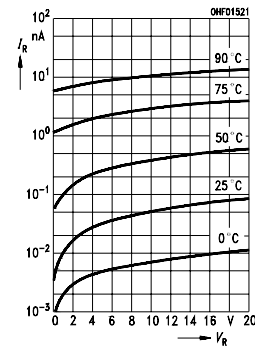
**Photocurrent  $I_P = f(E_e)$ ,  $V_R = 5 \text{ V}$**   
**Open-Circuit Voltage  $V_O = f(E_e)$**   
**SFH 229 FA**



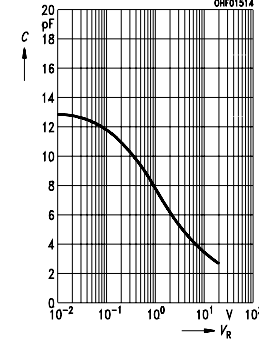
**Total Power Dissipation**  
 $P_{\text{tot}} = f(T_A)$



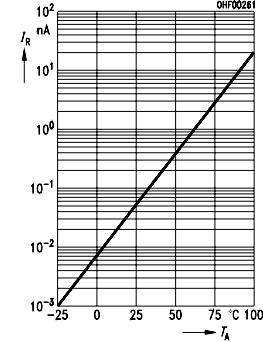
**Dark Current**  
 $I_R = f(V_R)$ ,  $E = 0$



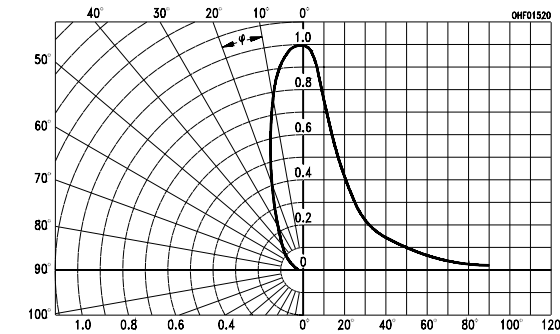
**Capacitance**  
 $C = f(V_R)$ ,  $f = 1 \text{ MHz}$ ,  $E = 0$



**Dark Current**  
 $I_R = f(T_A)$ ,  $V_R = 10 \text{ V}$ ,  $E = 0$



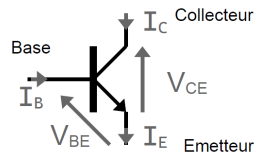
**Directional Characteristics**  
 $S_{\text{rel}} = f(\phi)$



## SÉANCE 6 / DRIVERS DE LEDS

## Transistors bipolaires

Les transistors bipolaires sont des composants amplificateurs de courant à 3 broches : l'émetteur, le collecteur et la base.



Les différents courants et tensions sont régis par les relations suivantes :

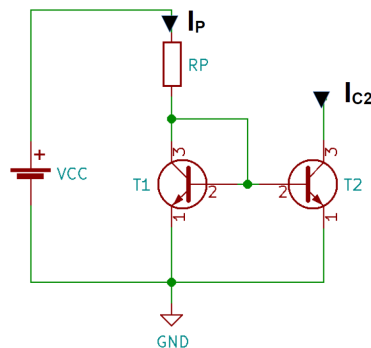
$$I_C = \beta \cdot I_B \quad \text{et} \quad I_E = I_C + I_B$$

$$I_C = \beta \cdot I_{BS} \cdot \exp(V_{BE}/U_T)$$

où  $U_T$ ,  $I_{BS}$  et  $\beta$  sont des paramètres intrinsèques du transistor.

## Mission 1 - Miroir de courant

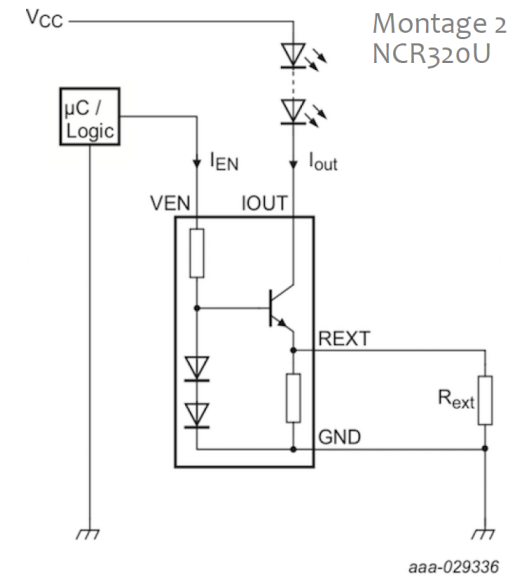
On s'intéresse au montage suivant :



1. Calculez  $I_{C2}$  en fonction de  $I_P$ .
2. Calculez la puissance dissipée par la résistance  $R_P$
3. Retrouve-t-on cette structure dans le composant AL5809 (dont une partie de la documentation est fournie en annexe)?
4. Expliquez le fonctionnement de ce composant. Quel est l'intérêt du montage de la figure 3 (p.5 de la documentation) par rapport à celui de la figure 2?

## Mission 2 - Driver de LEDs

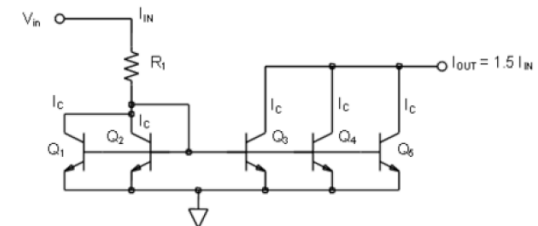
On donne le schéma interne du composant NCR320U :



1. Calculez le courant  $I_{out}$  en fonction de  $R_{ext}$  et précisez le rôle de cette résistance.
2. Calculez le courant  $I_{en}$  en fonction de  $V_{en}$  et précisez le rôle de cette tension.
3. Expliquez le rôle de ce composant et son fonctionnement.

### Mission 3 - Miroir bis

Soit le circuit suivant :



<https://wiki.analog.com/university/courses/electronics/text/chapter-11>

Expliquez le fonctionnement et l'intérêt de ce montage.

## 60V Two Terminal Constant Current LED Driver PowerDI

### Description

The AL5809 is a constant current linear LED driver and it provides a cost-effective two pin solution. It has an excellent temperature stability of 20ppm/°C and the current accuracy ±5% regulated over a wide voltage and temperature range. The AL5809 comes in various fixed output current versions removing the need for external current setting resistors creating a simple solution for the linear driving of LEDs. It supports both the high-side and low-side driving of LED chains.

The AL5809 turns on when the voltage between IN and OUT swings from 2.5V up to 60V enabling it drive long LED chains. The floating ground, 60V Voltage rating between Input and Output pins designed to withstand the high peak voltage incurred in offline applications.

The AL5809 is available in either thermally robust package PowerDI123 or SOD-123 package.

### Features

- 2.5V to 60V Operating Voltage Between Two Terminals
- Robust Power Package Up to 1.2W for PowerDI®-123
- -40°C to +125°C Temperature Range
- ±5% LED Current Tolerance Over-Temperature
- 15mA, 20mA, 25mA, 30mA, 40mA, 50mA, 60mA, 90mA, 100mA, 120mA, and 150mA Available in PowerDI123 Package
- 15mA, 20mA, 25mA, 30mA, 40mA and 50mA available in SOD-123 Package, Other Current Options Available by Request
- Constant Current with Low Temperature Drift and High Power Supply Rejection Ratio
- **Totally Lead-Free & Fully RoHS Compliant (Notes 1 & 2)**
- **Halogen and Antimony Free. "Green" Device (Note 3)**

Notes:

1. No purposely added lead. Fully EU Directive 2002/95/EC (RoHS) & 2011/65/EU (RoHS 2) compliant.
2. See [http://www.diodes.com/quality/lead\\_free.html](http://www.diodes.com/quality/lead_free.html) for more information about Diodes Incorporated's definitions of Halogen- and Antimony-free, "Green" and Lead-free.
3. Halogen- and Antimony-free "Green" products are defined as those which contain <900ppm bromine, <900ppm chlorine (<1500ppm total Br + Cl) and <1000ppm antimony compounds.

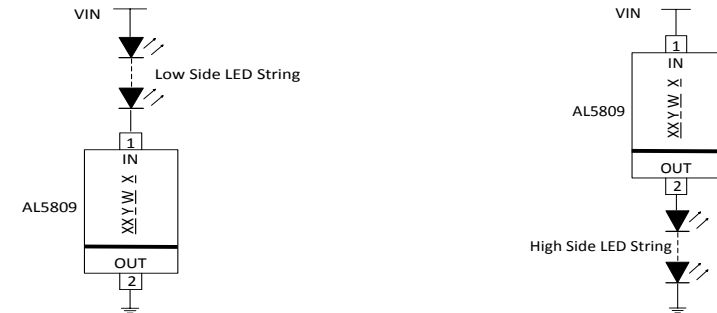
### Pin Assignments



### Applications

- Offline LED Lamps
- LED Power Supplies
- White Goods
- LED Signs
- Instrumentation Illumination

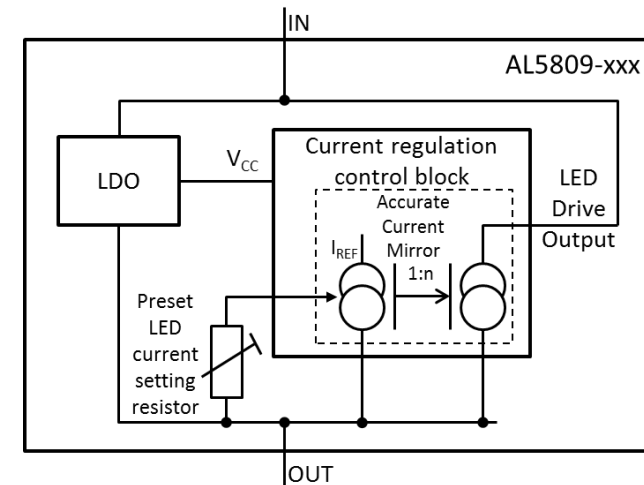
## Typical Applications Circuit



### Pin Descriptions

Pin Name	Pin Number (PowerDI123)	Function
In	1	LED Current Input Terminal. For low side LED string application, connect the LED cathode terminal to the "In" terminal. For high side LED string application, connect the LED anode terminal to the "Out" terminal.
Out	2	LED Current Output Terminal. For low side LED string application, connect the LED anode terminal to the "Out" terminal. For high side LED string application, connect the LED cathode terminal to the "Out" terminal.

### Functional Block Diagram



## Package Thermal Data

Package	$\theta_{JC}$ Thermal Resistance Junction-to-Case	$\theta_{JA}$ Thermal Resistance Junction-to-Ambient	$P_{DIS}$ $T_A = +25^\circ C, T_J = +125^\circ C$
PowerDI123	27.15°C/W	148.61°C/W (Note 4)	0.68W
PowerDI123	17.81°C/W	81.39°C/W (Note 5)	1.24W
SOD-123	69.56°C/W	278.42°C/W (Note 6)	0.36W

## Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Max	Unit
$V_{InOut}$	"In" Voltage Range Relative to "Out" Pin	2.5	60	V
$I_{InOut}$	LED Current (Note 7)	15	150	mA
$T_A$	Operating Ambient Temperature Range (Note 8)	-40	+125	°C

## Electrical Characteristics ( $V_{InOut} = 3.5V$ ) (Note 9)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
$V_{InOut}$	In-Out Supply Voltage	- $T_A = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	2.5	-	60	V
$I_{InOut}$	$I_{InOut}$ Current Accuracy ( $\pm 5\%$ for over temperature)	AL5809-15S1-7 AL5809-15P1-7 $T_A = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	14.25	15	15.75	mA
		AL5809-20S1-7 AL5809-20P1-7 $T_A = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	19	20	21	
		AL5809-25S1-7 AL5809-25P1-7 $T_A = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	23.75	25	26.25	
		AL5809-30S1-7 AL5809-30P1-7 $T_A = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	28.5	30	31.5	
		AL5809-40S1-7 AL5809-40P1-7 $T_A = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	38	40	42	
		AL5809-50S1-7 AL5809-50P1-7 $T_A = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	47.5	50	52.5	
		AL5809-60P1-7 $T_A = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	57	60	63	
		AL5809-90P1-7 $T_A = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	85.5	90	94.5	
		AL5809-100P1-7 $T_A = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	95	100	105	
		AL5809-120P1-7 $T_A = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	114	120	126	
		AL5809-150P1-7 $T_A = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	142.5	150	157.5	
$I_{LINE}$	$I_{InOut}$ Current Line Regulation	$V_{InOut} = 2.5V$ to $60V$ (Note 10) $T_A = +25^\circ C$	-	1	-	%
$V_{MIN}$	Minimum Power Up Voltage	Increase $V_{InOut}$ (Note 11) $T_A = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	-	1.5	-	V
$t_{ON\_MIN}$	Minimum On pulse width	(Note 12, 13)	-	500	-	$\mu S$
$t_{OFF\_MIN}$	Minimum Off pulse width	(Note 12, 13)	-	500	-	$\mu S$
$T_{SHDN}$	Thermal Shutdown	Junction Temperature (Note 14)	-	+165	-	°C
$T_{HYS}$	Thermal Shutdown Hysteresis	-	-	+30	-	°C

- Notes:
- Test condition for PowerDI-123: Device mounted on 25.4mm x 25.4mm FR-4 PCB (10mm x 10mm 1oz copper, minimum recommended pad layout on top layer and thermal vias to bottom layer ground plane). For better thermal performance, larger copper pad for heat-sink is needed.
  - When mounted on 50.8mm x 50.8mm GETEK PCB with 25.4mm x 25.4mm copper pads.
  - Test condition for SOD-123: Device mounted on FR-4 PCB with 50.8mm x 50.8mm 2oz copper, minimum recommended pad layout on top layer and thermal vias to bottom layer with maximum area ground plane. For better thermal performance, larger copper pad for heat-sink is needed.
  - The LED operating current is determined by the AL5809 current option index XXX, AL5809-XXS/P1-7.
  - The Maximum LED current is also limited by ambient temperature and power dissipation such that junction temperature should be kept less than or equal to  $+125^\circ C$ .
  - All voltages unless otherwise stated are measured with respect to OUT pin.
  - Measured by the percentage degree of LED current variation when  $V_{InOut}$  varies from 2.5V to 60V each current option.
  - Apply the power linearly to the chip until the device starts to turn on.
  - $t_{ON\_MIN}$  time includes the delay and the rise time needed for  $I_{OUT}$  to reach 90% of its final value.  $t_{OFF\_MIN}$  time is the time needed for  $I_{OUT}$  to drop below 10% of its final value.
  - This parameter only guaranteed by design, not tested in production.
  - Ambient temperature at which OTP is triggered may vary depending on application, PCB layout and material used.

## Application Information

### Description

The AL5809 is a constant current Linear LED driver and can be placed in series with LEDs as a High Side or a Low Side constant current regulator. The AL5809 offers various current settings from 15mA up to 150mA and different current settings available upon request (contact Diodes local sales office at <http://www.diodes.com>).

The AL5809 contains a Low-Dropout regulator which provides power to the internal Current regulation control block. A fixed preset LED current setting resistor sets the reference current of the Current regulation block. The LED current setting resistor varies with each variant of the AL5809. An accurate current mirror within the Current regulation control block increases the reference current to the preset LED current of the AL5809.

### Simple LED String

The AL5809 can be placed in series with LEDs as a Low Side/High Side constant current regulator. The number of the LEDs can vary from one to as many as can be supported by the input supply voltage. The designer needs to calculate the maximum voltage between In and Out by taking the maximum input voltage minus the voltage across the LED string (Figures 1 & 2).

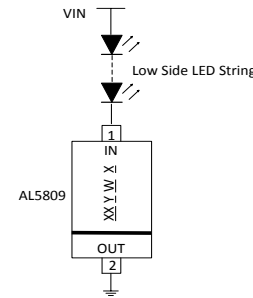


Figure 1 Low Side LED String Tapping

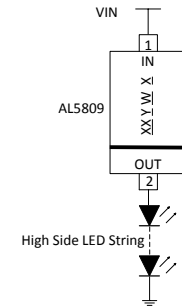
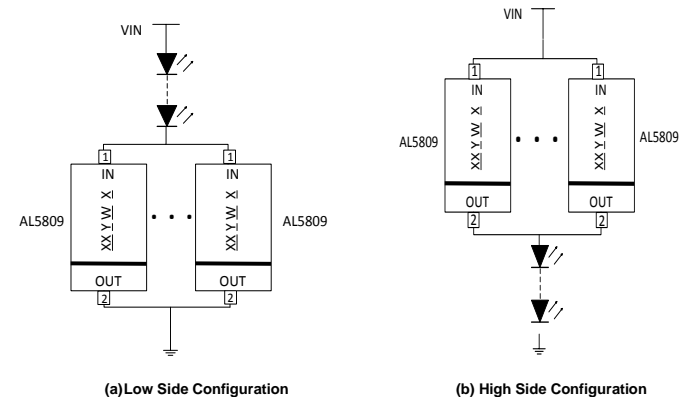


Figure 2 High Side LED String Tapping

The AL5809 can also be used on the high side of the LEDs, see Figure 2. The minimum system input voltage can be calculated by:

$$V_{IN(min)} = V_{LED\_CHAIN} + 2.5V \quad \text{Where } V_{LED\_CHAIN} \text{ is the LED chain voltage.}$$

The LED current can be increased by connecting two or more AL5809 in parallel in Figure 3.



(a) Low Side Configuration

(b) High Side Configuration

Figure 3 Higher LED Current by Parallel Configuration of AL5809