

## SOMMAIRE DES ANNEXES

Codeurs incrémentaux .....	pages 1 à 2
CI LM311.....	pages 3 à 4
CI LM741.....	page 5
Décompositions en série de Fourier.....	page 6
CI L291.....	page 7 à 9
CI LM556.....	page 10 à 11
Nomenclature.....	page 12
Chronogrammes de FS7.7.....	page 13
Chronogrammes de Vpp et VM.....	page 14
CI 74LS138.....	page 15
CI 74LS193.....	page 15
CI 74LS154.....	page 15
CI 74LS123.....	page 15

**EXAMEN DU BEP ELECTRONIQUE**

**EPREUVE EP3**

**DOCUMENTS ANNEXES**

**ACADEMIE DE GRENOBLE**

**EP3 SESSION 1999**

# Qu'est-ce qu'un codeur optique industriel ?

C'est un capteur de position angulaire.

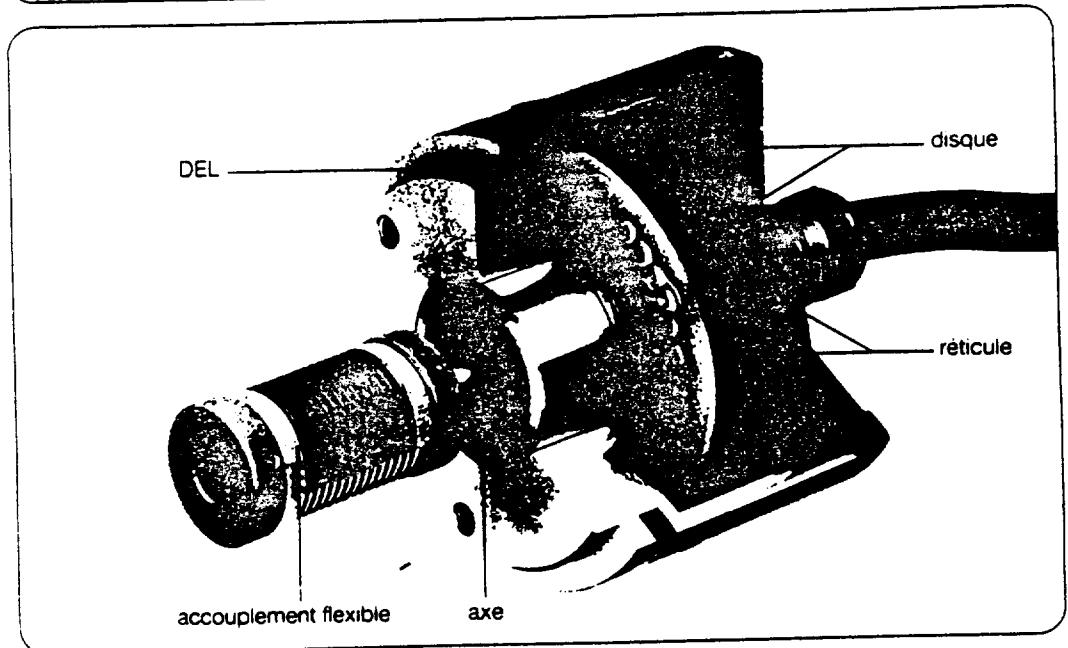
- lié mécaniquement à un arbre qui l'entraîne, son axe fait tourner un disque qui lui est solidaire. Le disque comporte une succession de parties opaques et transparentes.
- une lumière émise par des Diodes Electro-Luminescentes. (DEL), traverse les fentes de ce disque créant sur les photos diodes receptrices un signal analogique. ( $\sim$ ).
- électroniquement ce signal est amplifié puis converti en signal carré. ( $\square$ ), qui est alors transmis à un système de traitement.

Un codeur est donc composé de trois parties :

axe codeur  
MECANIQUE

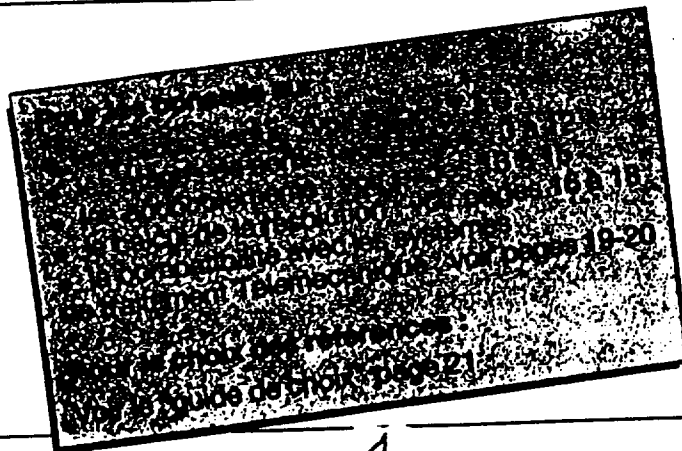
disque gradué  
OPTIQUE

lecture et signaux de sortie  
ELECTRONIQUE



Un codeur optique est un dispositif électro-mécanique dont la sortie électrique représente sous forme numérique une fonction mathématique de la position angulaire de l'axe d'entrée.

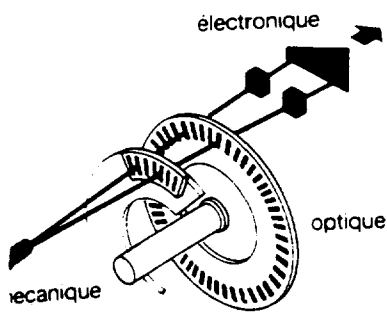
**Délicat à définir,  
un codeur bien choisi est facile à mettre en œuvre.**



# Les différents types de codeurs

Il existe deux types de codeurs optiques : "incrémental" et "absolu".

## Codeur "Incrémental" : (ou générateur d'impulsions)



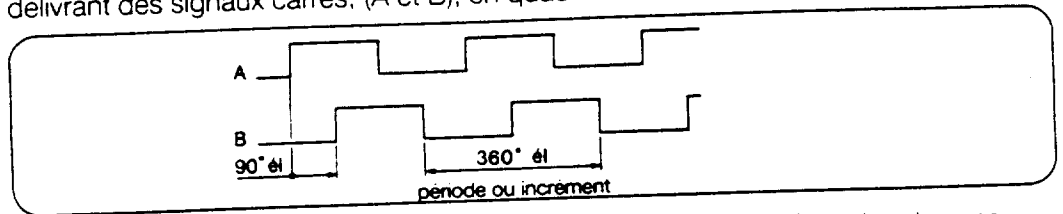
Incrément : du latin "Incrémentatum" = petit accroissement dont est augmentée une grandeur ou une valeur dans un processus de calcul ou dans un programme fonctionnant pas à pas.

Le disque comporte au maximum deux types de pistes.

La piste extérieure (A ou A et B) est divisée en "n" intervalles d'angles égaux alternativement opaques et transparents, "n" s'appelant la résolution ou nombre de périodes.

Pour un tour complet de l'axe du codeur le faisceau lumineux est interrompu "n" fois et délivre "n" signaux consécutifs.

Derrière la piste extérieure sont installées deux diodes photo-sensibles décalées délivrant des signaux carrés, (A et B), en quadrature.



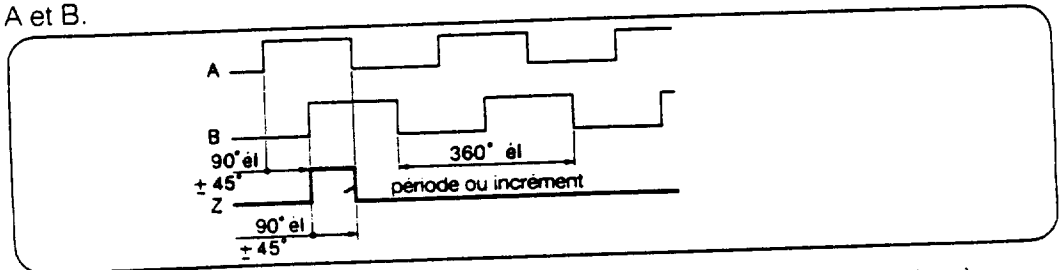
Le déphasage, (90° électrique), des signaux A et B permet de déterminer le sens de rotation :

- dans un sens pendant le front montant du signal A, le signal B est à 1.
- dans l'autre sens pendant le front montant du signal A, le signal B est à 0.

La piste intérieure (Z : top zéro) comporte une seule fenêtre transparente.

La piste intérieure, n'ayant qu'une seule fenêtre délivre un seul signal par tour.

Ce signal Z, appelé "top zéro", (durée 90° électrique), est synchrone des signaux A et B.

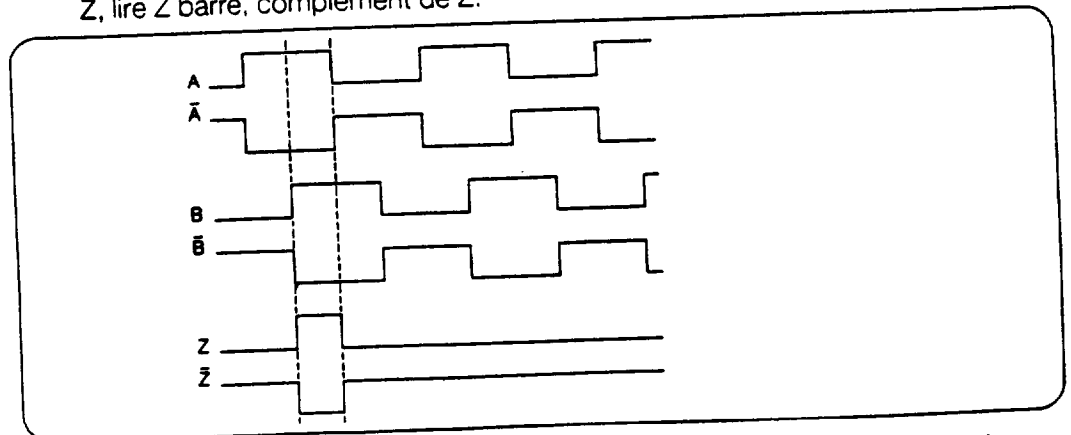


Ce "top zéro" détermine une position de référence et permet la réinitialisation à chaque tour.

Un traitement électronique permet de délivrer les signaux complémentaires,  $\bar{A}$ ,  $\bar{B}$  et  $\bar{Z}$ .

Un tel codeur peut délivrer six signaux : A,  $\bar{A}$ , B,  $\bar{B}$ , Z,  $\bar{Z}$

pour :  $\bar{A}$  lire A barre, complément de A ;  $\bar{B}$ , lire B barre, complément de B ;  $\bar{Z}$ , lire Z barre, complément de Z.



Le comptage-décomptage des impulsions par le système de traitement permet de définir la position du mobile.

**TYPES LM111, LM211, LM311  
DIFFERENTIAL COMPARATORS WITH STROBES**

**TYPES LM111, LM211, LM311  
DIFFERENTIAL COMPARATORS WITH STROBES**  
D1112 SEPTEMBER 1973 REVISED AUGUST 1983

**LINEAR  
INTEGRATED  
CIRCUITS**

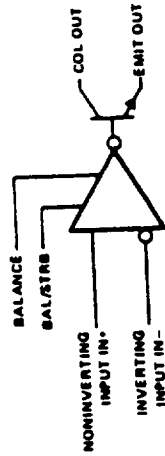
- Fast Response Times
- Strobe Capability
- Designed to be interchangeable with National Semiconductor LM111, LM211, and LM311
- Maximum Input Bias Current ... 300 nA
- Maximum Input Offset Current ... 70 nA
- Can Operate From Single 5-V Supply

**description**

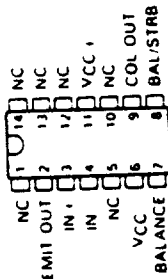
The LM111, LM211, and LM311 are single high speed voltage comparators. These devices are designed to operate from a wide range of power supply voltage, including ±15 volt supplies for operational amplifiers and 5 volt supplies for logic systems. The output levels are compatible with most TTL and MOS circuits. These comparators are capable of driving lamps or relays and switching voltages up to 50 volts at 50 milliamperes. All inputs and outputs can be isolated from system ground. The outputs can drive loads referenced to ground, VCC+, or VCC-. Offset balancing and strobe capability are available and the outputs can be wired OR connected. If the strobe is low, the output will be in the off state regardless of the differential input. Although slower than the TL506 and TL514, these devices are not as sensitive to spurious oscillations.

The LM111 is characterized for operation over the full military range of -55°C to 125°C. The LM211 is characterized for operation from -25°C to 85°C, and the LM311 is characterized for operation from 0°C to 70°C.

**functional block diagram**



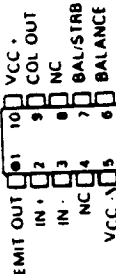
LM111 LM211 LM311  
J DUAL IN LINE PACKAGE  
(TOP VIEW)



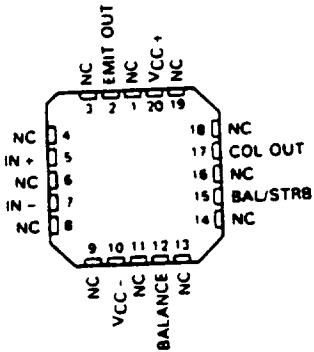
LM111 JG DUAL IN LINE PACKAGE  
LM211 LM311 D, JG OR P DUAL IN LINE PACKAGE  
(TOP VIEW)



LM111 U FLAT PACKAGE  
(TOP VIEW)

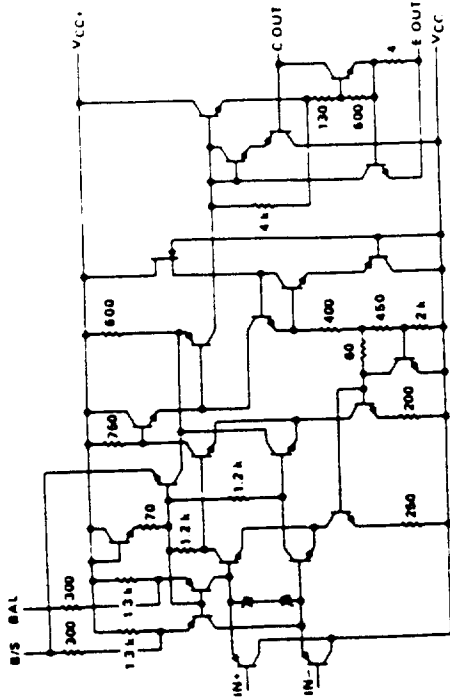


LM111 FH OR FK CHIP CARRIER PACKAGE  
(TOP VIEW)



NC No internal connection

**schematic**



- Pin:**  
BAL Balance Strobe  
B/S Collector Output  
C OUT Collector Output  
E OUT Emitter Output  
IN+ Noninverting Input  
IN- Inverting Input  
NC No Internal Connection  
VCC+ Positive Supply Voltage  
VCC- Negative Supply Voltage

Resistor values shown are nominal and in ohms

**absolute maximum ratings over operating free air temperature range (unless otherwise noted)**

	LM111	LM211	LM311	UNIT
Supply voltage, VCC- (see Note 1)	18	18	18	V
Supply voltage, VCC+ (see Note 1)	18	18	18	V
Differential input voltage (see Note 2)	±30	±30	±30	V
Input voltage (either input, see Notes 1 and 3)	±15	±15	±15	V
Voltage from emitter output to VCC-	30	30	30	V
Voltage from collector output to VCC-	50	50	40	V
Duration of output short circuit (see Note 4)	10	10	10	ms
Continuous total dissipation at or below 25°C free air temperature (see Note 5)	500	500	500	mW
Operating free air temperature range	55 to 125	25 to 85	0 to 70	°C
Storage temperature range	-85 to 180	65 to 150	65 to 150	°C
Lead temperature 1.8 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	300	300	300	°C
Lead temperature 1.8 mm (1/16 inch) from case for 60 seconds	260	260	260	°C

NOTES 1 As voltage values, unless otherwise noted, are with respect to the midpoint between VCC- and VCC+.

2 Differential voltages are at the noninverting input terminal with respect to the inverting input terminal.

3 The magnitude of the input voltage must never exceed the magnitude of the supply voltage or ±15 volts, whichever is less.

4 The output may be shorted to ground or either power supply.

5 For operation above 25°C free air temperature, refer to Dissipation Rating Curves, Section 2 in the J and JG packages (LM111, LM211, LM311).

6 For operation above 25°C free air temperature, refer to Dissipation Rating Curves, Section 2 in the J and JG packages (LM111, LM211, LM311).

mounted LM211 and LM311 chips are glass mounted.

TYPES LM111, LM211, LM311  
DIFFERENTIAL COMPARATORS WITH STROBES

TYPES LM111, LM211, LM311  
DIFFERENTIAL COMPARATORS WITH STROBES

Electrical characteristics at specified free air temperature.  $V_{CC+} = 1.15 V$  (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM111, LM211		LM311		UNIT
		MIN	TYP <sup>1</sup> MAX	MIN	TYP <sup>2</sup> MAX	
Input offset voltage	See Note 6	0.7	3	2	7.5	mV
	Full range	4	10	6	50	mV
Input offset current	See Note 6	75	100	100	250	nA
	Full range	150	300	300	300	nA
Input bias current	$V_{ID} = 1 V$ in 14 V					nA
	Strobe current (see Note 7)					mA
Common-mode input voltage range	$V_{ID}$ strobes: 0.1 V $V_{ID} > 10 mV$					mV
	Full range					V
Large signal differential voltage amplifier gain	$V_{ID} = 5 V$ in 15 V $R_L = 1 k\Omega$	40	200	40	200	V/mV
	Full range	0.2	10	0.2	10	nA
High level (collector) output current	$V_{OH} = 15 V$	13	13.8	13	13.8	mA
	Full range	10	10	10	10	mA
Low level (emitter) output voltage	$V_{OH} = 5 mV$	14.5	14.7	14.5	14.7	V
	Full range	0.23	0.4	0.23	0.4	V
Supply current from $V_{CC+}$ - output low	No load	5.1	6	5.1	7.5	mA
	Full range	4.1	5	4.1	5	mA
Supply current from $V_{CC-}$ - output high	No load					mA
	Full range					mA

<sup>1</sup>Unless otherwise noted, all characteristics are measured with the balance and balance/strobe terminals open and the emitter output grounded. Full range for LM111 is 55°C to 125°C for LM211 is 25°C to 85°C and for LM311 is 0°C to 70°C.  
<sup>2</sup>All typical values are at  $T_A = 25^\circ C$ .  
 NOTES: <sup>3</sup>The offset voltage and offset currents given are the maximum values required to drive the collector output up to 14 V or down to 1 V with a pull up resistor of 7.5 k $\Omega$  to  $V_{CC+}$ . Thus these parameters actually define an error band and take into account the worst case effects of voltage gain and input impedance.  
<sup>4</sup>The strobe should not be shorted to ground; it should be current driven at 3 to 6 mA,  $\phi < 8$ ; see Figures 13 and 27.

switching characteristics.  $V_{CC+} = 15 V, V_{CC-} = -15 V, T_A = 25^\circ C$

PARAMETER	TEST CONDITIONS		UNIT
Response time, low-to-high-level output	$R_C = 500 \Omega$ to 6 V, $C_L = 5 pF$ .	See Note B	ns
Response time, high-to-low-level output			ns

NOTE B: The response time specified is for a 100 mV input step with 5 mV overshoot and is the interval between the input step function and the instant when the output crosses 1.4 V.

TYPICAL CHARACTERISTICS

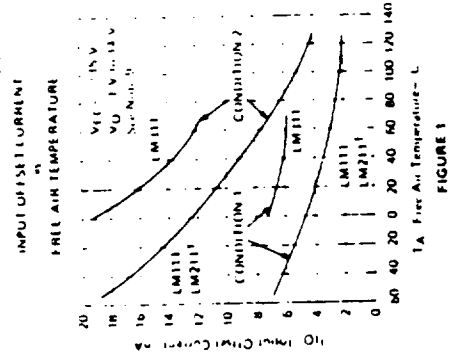


FIGURE 1

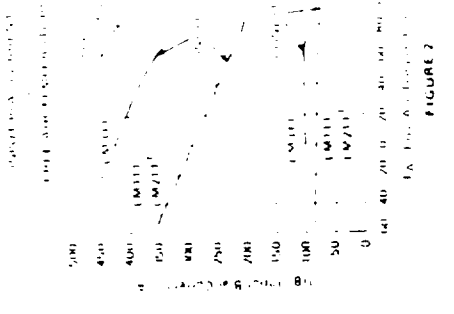


FIGURE 2

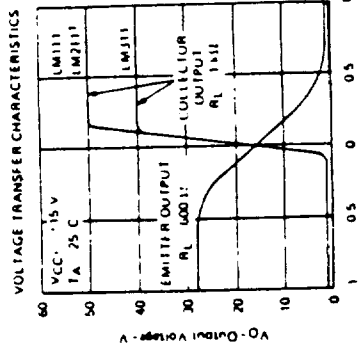
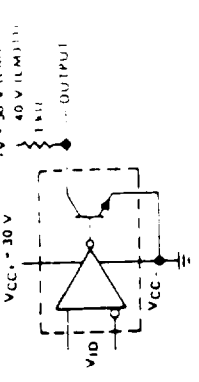
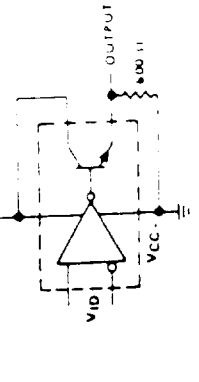


FIGURE 3



COLLECTOR OUTPUT TRANSFER CHARACTERISTIC TEST CIRCUIT FOR FIGURE 3



EMITTER OUTPUT TRANSFER CHARACTERISTIC TEST CIRCUIT FOR FIGURE 3

Data at high and low temperatures are applicable only within the rated operating free air temperature ranges of the various devices.  
 NOTE B: Condition 1 is with the balance and balance/strobe terminals open. Condition 2 is with the balance and balance/strobe terminals connected to  $V_{CC+}$ .

LM741/LM741A/LM741C/LM741E



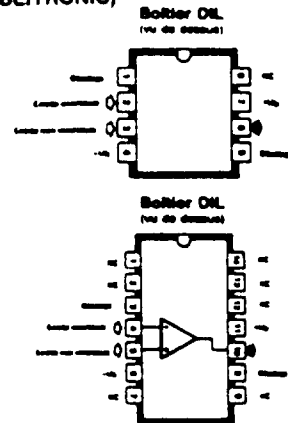
DESCRIPTION :

Les LM741 sont des amplificateurs operationnels d'application generale qui procurent de meilleures performances que le classique LM709. Ils remplacent directement, broche a broche, le 709C, LM201, MC1439 et 748 dans la plupart des applications. De plus ils sont proteges contre pratiquement toutes les erreurs de manipulation.

Valeurs limites

Brochages (d'après PUBLITRONIC)

	LM741/LM741A	LM741E	LM741C
- Tension d'alimentation	± 22 V	± 22 V	± 18 V
- Tension differentielle d'entree	± 30 V	± 30 V	± 30 V
- Tension d'entree	± 15 V	± 15 V	± 15 V
- Duree d'un court-circuit sur la sortie	continu	continu	continu
- Plage de temperature de fonctionnement	-55°C à +125°C	0°C à +70°C	0°C à +70°C
- Plage de temperature de stockage	-65°C à +150°C	-65°C à +150°C	-65°C à +150°C
- Temperature d'une broche (soudage, 10 s)	300°C	300°C	300°C



Caracteristiques electriques

Parametres	Conditions	LM741A/LM741E			LM741			LM741C			Unites
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Tension de decalage d'entree	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$					1.0	5.0		2.0	6.0	mV
	$R_S \leq 50\ \Omega$ $T_{A\text{ min}} \leq T_A \leq T_{A\text{ max}}$ $R_S \leq 50\ \Omega$		0.8	3.0							mV
	$R_S \leq 10\text{ k}\Omega$			4.0			6.0			7.5	mV
Derive moyenne de la tension de decalage d'entree			15								$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Plage de réglage de la tension de decalage d'entree	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $V_S = \pm 20\text{ V}$	± 10			± 15			± 15			mV
Courant de decalage d'entree	$T_A = 25^\circ\text{C}$		3.0	30		20	200		30	200	nA
	$T_{A\text{ min}} \leq T_A \leq T_{A\text{ max}}$			70		85	500			300	nA
Derive moyenne du courant de decalage d'entree				0.5							$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$
Courant de polarisation d'entree	$T_A = 25^\circ\text{C}$		30	80		80	500		80	500	nA
	$T_{A\text{ min}} \leq T_A \leq T_{A\text{ max}}$			0.210			1.5			0.8	$\mu\text{A}$
Resistance d'entree	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $V_S = \pm 20\text{ V}$	1.0	6.0		0.3	2.0		0.3	2.0		M $\Omega$
	$T_{A\text{ min}} \leq T_A \leq T_{A\text{ max}}$ $V_S = \pm 20\text{ V}$		0.5								M $\Omega$
Plage de tensions d'entree	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{A\text{ min}} \leq T_A \leq T_{A\text{ max}}$				± 12	± 13		± 12	± 13		V
											V
Gain en tension (regime hors)	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$ $V_S = \pm 20\text{ V}$ $V_O = \pm 15\text{ V}$ $V_S = \pm 15\text{ V}$ $V_O = \pm 10\text{ V}$ $T_{A\text{ min}} \leq T_A \leq T_{A\text{ max}}$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	50				50	200		30	300	V/mV
	$V_S = \pm 20\text{ V}$ $V_O = \pm 15\text{ V}$ $V_S = \pm 15\text{ V}$ $V_O = \pm 10\text{ V}$ $V_S = \pm 5\text{ V}$ $V_O = \pm 2\text{ V}$	32							15		V/mV
		10									V/mV
					± 12	± 14		± 12	± 14		V
Amplitude de la tension de sortie	$V_S = \pm 20\text{ V}$ $R_L \geq 10\text{ k}\Omega$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$ $V_S = \pm 15\text{ V}$ $R_L \geq 10\text{ k}\Omega$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	± 16									V
		± 15									V
Courant de court-circuit sur la sortie	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{A\text{ min}} \leq T_A \leq T_{A\text{ max}}$	-10	25	25		25			25		mA
		-10		40							mA
Taux de refection en mode commun	$T_{A\text{ min}} \leq T_A \leq T_{A\text{ max}}$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$ $V_{CM} = \pm 12\text{ V}$ $R_S \leq 50\text{ k}\Omega$ $V_{CM} = \pm 15\text{ V}$	80	95		70	80		70	80		dB
											dB
Taux de refection a la tension d'alimentation	$T_{A\text{ min}} \leq T_A \leq T_{A\text{ max}}$ $V_S = \pm 20\text{ V}$ $V_S = \pm 5\text{ V}$ $R_S \leq 50\ \Omega$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$	85	95		77	95		77	95		dB
											dB
Reponse au signal unite - temps de montee - surmodulation	$T_A = 25^\circ\text{C}$ gain unite		0.25	0.8		0.3			1.3		$\mu\text{s}$
			6.0	20		5			5		$\mu\text{s}$
Bande passante	$T_A = 25^\circ\text{C}$	0.437	1.5								MHz
Vitesse de decharge	$T_A = 25^\circ\text{C}$ gain unite	0.3	0.7		0.5			0.5			V/ $\mu\text{s}$
Courant d'alimentation	$T_A = 25^\circ\text{C}$				1.7	2.8		1.7	2.8		mA
Puissance consommee - LM741	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $V_S = \pm 15\text{ V}$ $T_A = T_{A\text{ min}}$ $T_A = T_{A\text{ max}}$					60	100				mW
						45	75				mW

AMPLIFICATEUR  
OPERATIONNEL  
USAGE GENERAL

DÉCOMPOSITION DES FONCTIONS USUELLES

Représentation graphique de la fonction	Valeur moyenne	Amplitude du fondamental $\omega = \frac{2\pi}{T}$	Quotient, par l'amplitude du fondamental, de l'amplitude de l'harmonique de rang :																						
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
	$\frac{V_M}{2}$	$\frac{V_M}{\pi}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	0	$\frac{8 V_M}{\pi}$	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
	0	$\frac{4 V_M}{\pi}$	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
	$\frac{V_M}{b}$	$\frac{2 V_M \sin \frac{\pi}{b}}{\pi}$	$\frac{1 - 2 \cos \frac{2\pi}{b}}{2 \sin \frac{\pi}{b}}$	$\frac{1 - 3 \cos \frac{4\pi}{b} + \cos \frac{6\pi}{b}}{4 \sin \frac{\pi}{b}}$	$\frac{1 - 4 \cos \frac{6\pi}{b} + 6 \cos \frac{8\pi}{b} - 4 \cos \frac{10\pi}{b} + \cos \frac{12\pi}{b}}{8 \sin \frac{\pi}{b}}$	$\frac{1 - 5 \cos \frac{8\pi}{b} + 10 \cos \frac{10\pi}{b} - 10 \cos \frac{12\pi}{b} + 5 \cos \frac{14\pi}{b} - \cos \frac{16\pi}{b}}{16 \sin \frac{\pi}{b}}$	$\frac{1 - 6 \cos \frac{10\pi}{b} + 15 \cos \frac{12\pi}{b} - 20 \cos \frac{14\pi}{b} + 15 \cos \frac{16\pi}{b} - 6 \cos \frac{18\pi}{b} + \cos \frac{20\pi}{b}}{32 \sin \frac{\pi}{b}}$	$\frac{1 - 7 \cos \frac{12\pi}{b} + 21 \cos \frac{14\pi}{b} - 35 \cos \frac{16\pi}{b} + 35 \cos \frac{18\pi}{b} - 21 \cos \frac{20\pi}{b} + 7 \cos \frac{22\pi}{b} - \cos \frac{24\pi}{b}}{64 \sin \frac{\pi}{b}}$	$\frac{1 - 8 \cos \frac{14\pi}{b} + 28 \cos \frac{16\pi}{b} - 56 \cos \frac{18\pi}{b} + 70 \cos \frac{20\pi}{b} - 56 \cos \frac{22\pi}{b} + 28 \cos \frac{24\pi}{b} - 8 \cos \frac{26\pi}{b} + \cos \frac{28\pi}{b}}{128 \sin \frac{\pi}{b}}$	$\frac{1 - 9 \cos \frac{16\pi}{b} + 36 \cos \frac{18\pi}{b} - 84 \cos \frac{20\pi}{b} + 126 \cos \frac{22\pi}{b} - 126 \cos \frac{24\pi}{b} + 84 \cos \frac{26\pi}{b} - 36 \cos \frac{28\pi}{b} + 9 \cos \frac{30\pi}{b}}{256 \sin \frac{\pi}{b}}$	$\frac{1 - 10 \cos \frac{18\pi}{b} + 45 \cos \frac{20\pi}{b} - 105 \cos \frac{22\pi}{b} + 195 \cos \frac{24\pi}{b} - 252 \cos \frac{26\pi}{b} + 252 \cos \frac{28\pi}{b} - 195 \cos \frac{30\pi}{b} + 105 \cos \frac{32\pi}{b} - 45 \cos \frac{34\pi}{b} + 10 \cos \frac{36\pi}{b}}{512 \sin \frac{\pi}{b}}$	$\frac{1 - 11 \cos \frac{20\pi}{b} + 55 \cos \frac{22\pi}{b} - 165 \cos \frac{24\pi}{b} + 330 \cos \frac{26\pi}{b} - 462 \cos \frac{28\pi}{b} + 462 \cos \frac{30\pi}{b} - 330 \cos \frac{32\pi}{b} + 165 \cos \frac{34\pi}{b} - 55 \cos \frac{36\pi}{b} + 11 \cos \frac{38\pi}{b}}{1024 \sin \frac{\pi}{b}}$	$\frac{1 - 12 \cos \frac{22\pi}{b} + 66 \cos \frac{24\pi}{b} - 220 \cos \frac{26\pi}{b} + 495 \cos \frac{28\pi}{b} - 924 \cos \frac{30\pi}{b} + 1386 \cos \frac{32\pi}{b} - 1386 \cos \frac{34\pi}{b} + 924 \cos \frac{36\pi}{b} - 495 \cos \frac{38\pi}{b} + 220 \cos \frac{40\pi}{b} - 66 \cos \frac{42\pi}{b} + 12 \cos \frac{44\pi}{b}}{2048 \sin \frac{\pi}{b}}$												
	$\frac{V_M}{\pi}$	$\frac{V_M}{2}$	4	0	$\frac{4}{15\pi}$	0	$\frac{4}{35\pi}$	0	0	0	$\frac{4}{63\pi}$	0	0	0	0	$\frac{4}{99\pi}$	0	0	0	0	0	0	0	$\frac{4}{143\pi}$	0
	$\frac{2 V_M}{\pi}$	$\frac{4 V_M}{3\pi}$	3	3	$\frac{3}{63}$	3	$\frac{3}{99}$	3	3	$\frac{3}{143}$	3	$\frac{3}{195}$	3	3	$\frac{3}{255}$	3	$\frac{3}{323}$	3	3	$\frac{3}{399}$	3	$\frac{3}{483}$	3	$\frac{3}{575}$	3