

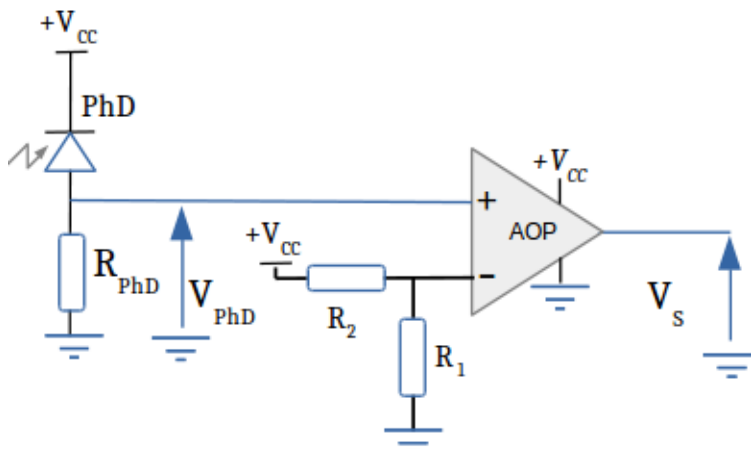
Calculatrice autorisée. Fiche recto-verso autorisée. Tout autre document interdit.

Les exercices sont indépendants. Les parties A et B doivent être rendues sur des copies séparées. La partie A est sur 12,5 points et la partie B sur 7,5 points. Le barème fourni est indicatif.

AMPLI LINEAIRE INTEGRE (ou AOP) : ils sont considérés dans tous les exercices comment idéaux.

1. Exercice A1 - Détection de luminosité (4 points)

On propose d'étudier le montage suivant :



La photodiode utilisée a une sensibilité de 0.2 A/W à la longueur d'onde utilisée. L'éclairement maximal reçu pour cette application est de $30 \cdot 10^{-3} \text{ W/cm}^2$.

Le capteur a une surface de $3.1 \text{ mm} \times 2.4 \text{ mm}$.

La tension d'alimentation est $V_{CC} = 20 \text{ V}$.

A1.1 (0,25) - Quel est le courant maximal I_{MAX} sortant de la photodiode ?

On choisit une résistance $R_{PhD} = 10 \text{ k}\Omega$.

A1.2 (0,25) - Quelle tension maximale obtient-on pour V_{PhD} ?

A1.3 (0,25) - Quel est le mode de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel ? Justifiez votre réponse.

A1.4 (1,00) - Tracer l'évolution de V_S en fonction de l'éclairement reçu par la photodiode.

A1.5 (0,50) - Comment choisir R_1 et R_2 pour avoir un basculement de la sortie de l'AOP lorsque l'on atteint la moitié de l'éclairement maximal ?

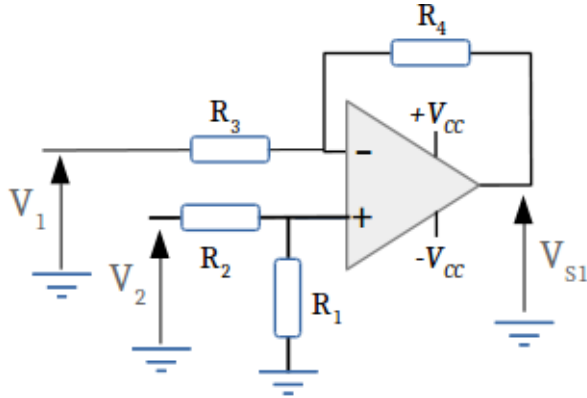
On branche en sortie du montage précédent une LED de type **Optek OVLLx8C7** - Rouge (documentation technique en annexe). L'amplificateur opérationnel est de type LM358 ($V_{CCMAX} = 30 \text{ V}$, $I_{OUTPUTMAX} = 50 \text{ mA}$, $P_{MAX} = 830 \text{ mW}$). On souhaite faire circuler le courant maximal à travers cette LED.

A1.6 (0,25) - Quels sont les paramètres limitants parmi les composants choisis ?

A1.7 (0,50) - Proposer un montage en précisant la valeur de tous les composants que vous souhaitez utiliser.

2. Exercice A2 - AOP (5,5 points)

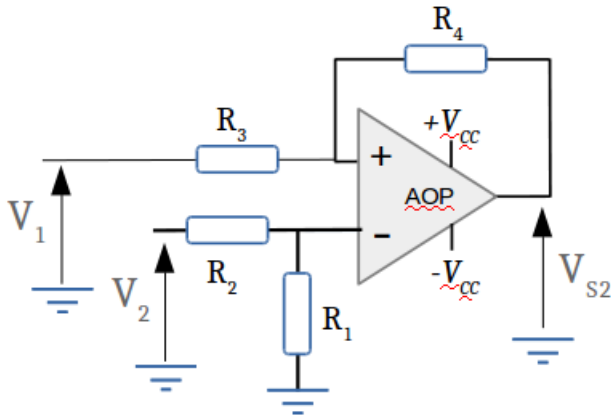
Pour l'ensemble des montages suivants, on prendra : $V_{CC} = 10\text{ V}$, $R_1 = 1.1\text{ k}\Omega$, $R_2 = 3.3\text{ k}\Omega$, $R_3 = 2.2\text{ k}\Omega$ et $R_4 = 2.2\text{ k}\Omega$.



Montage 1

A2.1.a. (1,00) - Calculez la relation entre V_{S1} , V_1 et V_2 pour le montage 1 (valeur littérale).

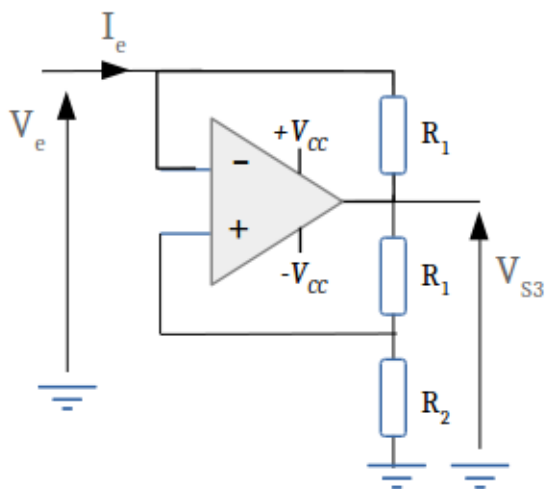
A2.1.b. (0,50) - Faites l'application numérique associée (V_1 et V_2 restant littéraux).



Montage 2

A2.2.a (1,00) - Calculez la relation entre V_{S2} , V_1 et V_2 pour le montage 1.

A2.2.b (1,00) - Tracez la caractéristique de V_{S2} en fonction de V_1 , lorsque $V_2 = V_{CC}$.



Montage 3

A2.3.a (0,25) - A quelle différence de potentiel est soumise la résistance R_1 en contre-réaction ?

A2.3.b (0,50) - A quelle différence de potentiel est soumise la seconde résistance R_1 ? Quel est alors le courant qui la traverse ? Dans quel sens va-t-il ?

A2.3.c (0,50) - Quel est alors le courant qui traverse R_2 ? Dans quel sens va-t-il ?

A2.3.d (0,50) - Quelle est la relation entre V_e et I_e ?

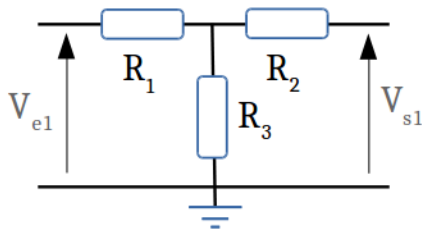
A2.3.e (0,25) - Quel est le rôle de ce circuit ?

3. Exercice A3 - Quadripole (3 points)

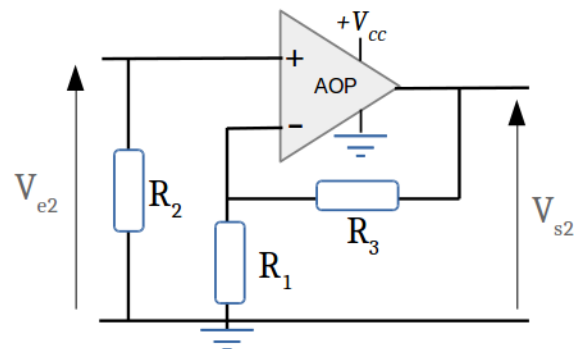
A3.1 (0,50) Donnez le modèle équivalent d'un quadripole.

A3.2 (1,00) Proposez une méthode pour mesurer l'ensemble des éléments du modèle proposé à la question précédente.

On donne les deux quadripoles suivants :



Quadripole 1



Quadripole 2

A3.3.a. (0,50) Déterminez les paramètres du modèle équivalent du quadripole 1.

A3.3.b. (1,00) Déterminez les paramètres du modèle équivalent du quadripole 2.

A3.4 (BONUS) Donnez la relation entre V_{s2} et V_{e1} lorsque les deux quadripoles sont reliés entre eux ($V_{e2} = V_{s1}$).

Diodes et diodes électro-luminescentes

B1 – Etude du rendement de deux LEDs

1) On considère une LED bleue expérimentale.
Elle est caractérisée par sa tension de seuil, sa résistance interne et son rendement quantique, qui valent respectivement :

$$V_s = 3,5 \text{ V} ; \quad r_1 = 5 \text{ } \Omega ; \quad \eta = 0,3 \text{ (photon/électron)}$$

On note P_{opt} la puissance optique sortant de la LED, I_1 le courant la traversant, U_1 la tension à ses bornes, et P_e la puissance électrique consommée (ce que le circuit doit lui fournir).

On suppose que tous les photons sortent avec la même énergie donnée par :

$$h\nu = 2,9 \text{ eV} \quad (\text{on rappelle que cela revient à poser } (h\nu/e) = 2,9 \text{ V})$$

- Rappeler comment on parvient à l'égalité $\eta = \frac{P_{\text{opt}}}{I_1 \times 2,9}$ (P_{opt} et I_1 en S.I.)
- Donner en mW la puissance P_{opt} émise pour un courant de $I_1 = 100 \text{ mA}$.
- A l'aide de la tension U_1 , donner en mW la puissance électrique consommée P_{e1} .
- En déduire le "rendement à la prise" ("wall-plug efficiency") défini par

$$A_{\text{wp1}} = \frac{P_{\text{opt}}}{P_{e1}}$$

2) Les chercheurs ont élaboré une autre LED bleue émettant toujours à $h\nu = 2,9 \text{ eV}$,
Elle a un meilleur rendement quantique, mais une résistance interne plus grande :

$$V_s = 3,5 \text{ V (inchangé)} ; \quad r_2 = 30 \text{ } \Omega ; \quad \eta = 0,5 \text{ (photon/électron)}$$

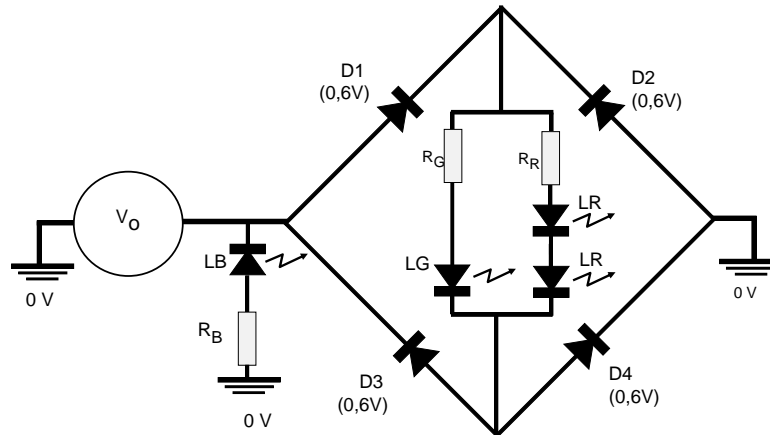
- Donner en mW la puissance P_{opt2} émise pour un courant de $I_2 = I_1 = 100 \text{ mA}$.
- A l'aide de la tension U_2 à ses bornes, donner la puissance électrique consommée notée P_{e2} (bien entendu, comme $r_2 > r_1$, on a $P_{e2} > P_{e1}$).
- En déduire le « rendement à la prise » dans ce nouveau cas $A_{\text{wp2}} = \frac{P_{\text{opt2}}}{P_{e2}}$ et le comparer à A_{wp1} . A-t-on profité de l'amélioration de η ?

3) Limite des petits courants

- Montrer qu'aux petits courants, la puissance consommée P_e est proportionnelle à I
- En déduire vers quelle limite tend A_{wp} à bas courant ; on donnera la réponse en fonction de η , V_s et $h\nu/e$. On vérifiera que la LED 2 redevient meilleure dans cette limite.

B2 – Indicateur de tension visuel

On considère le circuit ci-dessous, formé de LEDs de trois couleurs, de 4 diodes silicium ordinaire ($D1, \dots, D4$: $V_S = 0,6V$) et de 3 résistances pour y limiter le courant. On néglige toutes les résistances internes des diodes ou des LEDs.



Le but du circuit est de fournir une indication visuelle sur une tension positive ou négative V_0 mise en entrée (à gauche du schéma) :

- La LED bleue LB ne s'allume que si la tension V_0 est suffisamment négative.
- La LED verte LG s'allume lorsque $|V_0|$ atteint une certaine valeur minimale
- Les LEDs rouges (LR) s'allument lorsque $|V_0|$ dépasse une certaine valeur.

Le principal but de l'exercice est de trouver les résistances permettant de limiter les courants des LEDs individuelles à 10 mA sachant qu'on se limite à $|V_0| \leq 10 V$.

Voici le tableau des tensions de seuil des différentes LEDs (on a donné celle des diodes ordinaires au-dessus) :

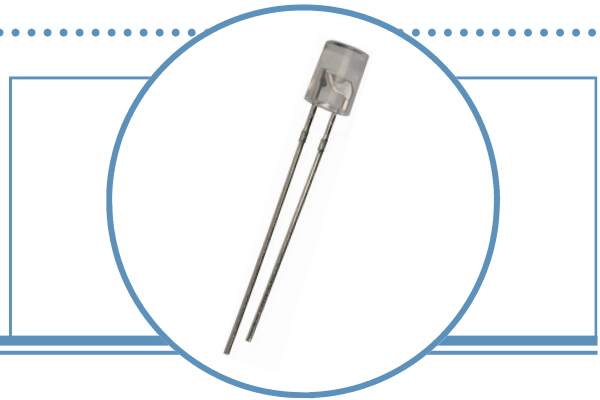
LED Bleue (LB)	: $V_{SB} = 3,5 V$.
LED Verte (LG)	: $V_{SG} = 2,3 V$.
LED Rouge (LR)	: $V_{SR} = 1,8 V$.

- 1) Que doit valoir R_B pour limiter à 10 mA le courant dans la LED bleue ?
- 2) Que vaut la d.d.p aux bornes de cette LED bleue lorsque $V_0 = +10 V$? (répondre avec la convention usuelle d'une tension de signe positif quand la LED est passante)
- 3) Indiquer sur un schéma le sens du courant dans les 4 diodes ordinaires pour le cas $V_0 > 0$ (on marquera avec une flèche de ce type \rightarrow) et pour le cas $V_0 < 0$ (flèche double $\rightarrow\rightarrow$)
- 4) A partir de quelle valeur de $|V_0|$ a-t-on allumage de la LED verte LG?
- 5) A partir de quelle valeur de $|V_0|$ a-t-on allumage des deux LEDs rouge LR?
- 6) Donner les valeurs de résistances R_G et R_R pour limiter à 10 mA le courant qui les traverse (compte tenu de $|V_0| \leq 10 V$)
- 7) Est-il possible d'avoir un allumage d'une seule LED verte indépendant du signe de V_0 à moins de $|V_0| < 2,5V$ dans ce type de montage ? Sinon, proposer un montage à plus d'une LED, s'inspirant de celui de la LED bleue.

Cylindrical High-Intensity LED (5 mm)

OVLLx8C7

- Wide viewing angle
- High-brightness indicator
- Industry standard lead spacing
- Unique lens shape for flexible applications

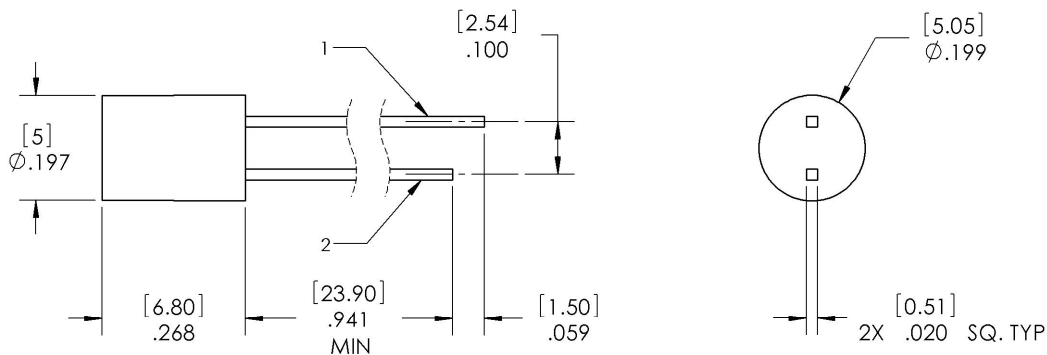


The **OVLLx8C7** series is designed for superior performance in signage and lighting applications that require wide-angle uniform light output. These devices combine a high-intensity LED with a unique flat-topped T-1¼ package to provide both high brightness and a wide spatial radiation pattern.

Applications

- Channel letter and other signage backlighting
- Decorative architectural indoor and outdoor lighting accents
- Industrial and consumer indicators

Part Number	Material	Emitted Color	Intensity Typ. mcd	Lens Color
OVLLB8C7	InGaN	Blue	440	Clear
OVLLG8C7	InGaN	Green	2400	Clear
OVLLR8C7	AlInGaP	Red	900	Clear
OVLLY8C7	AlInGaP	Yellow	980	Clear



1 ANODE 2 CATHODE DIMENSIONS ARE IN INCHES AND [MILLIMETERS].
TOLERANCES ARE .005 [.12] UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.



DO NOT LOOK DIRECTLY AT LED WITH UNSHIELDED EYES OR DAMAGE TO RETINA MAY OCCUR.

OPTEK reserves the right to make changes at any time in order to improve design and to supply the best product possible.

Cylindrical High-Intensity LED

OVLLx8C7



Absolute Maximum Ratings

T_A = 25° C unless otherwise noted

Storage Temperature Range		-40 ~ +100° C
Operating Temperature Range		-40 ~ +100° C
Reverse Voltage		5 V
Continuous Forward Current	Blue, Green	25 mA
	Red, Yellow	50 mA
Peak Forward Current (10% Duty Cycle, 1 KHz)		100 mA
Power Dissipation	Blue, Green	100 mW
	Red, Yellow	120 mW
Lead Soldering Temperature (4 mm from the base of the epoxy bulb) ¹		260° C / 5 seconds
LED Junction Temperature		125° C
Electrostatic Discharge Classification (JEDEC-JESD22-A114F)		Class 1C
Current Linearity vs. Ambient Temperature	Blue, Green	-0.29 mA/° C
	Red, Yellow	-0.72 mA/° C

Electrical Characteristics

T_A = 25° C unless otherwise noted

SYMBOL	PARAMETER	COLOR	MIN	TYP	MAX	UNITS	CONDITIONS
I _v	Luminous Intensity	Blue	295	440	----	mcd	I _F = 20 mA
		Green	1135	2400	----		
		Red	580	900	----		
		Yellow	580	980	----		
V _F	Forward Voltage	Blue, Green	----	3.2	4.0	V	I _F = 20 mA
		Red, Yellow	----	2.0	2.4		
I _R	Reverse Current	Blue, Green	----	----	10	μA	V _R = 5 V
		Red, Yellow					
λ _D	Dominant Wavelength	Blue	460	470	475	nm	I _F = 20 mA
		Green	519	525	531		
		Red	620	623	630		
		Yellow	585	589	595		
2Θ _½ H-H	50% Power Angle	Blue, Green	----	85	----	deg	I _F = 20 mA
		Red, Yellow	----	100	----		

OPTEK reserves the right to make changes at any time in order to improve design and to supply the best product possible.