

N°18251

L'usage de la piézoélectricité dans la signalisation routière

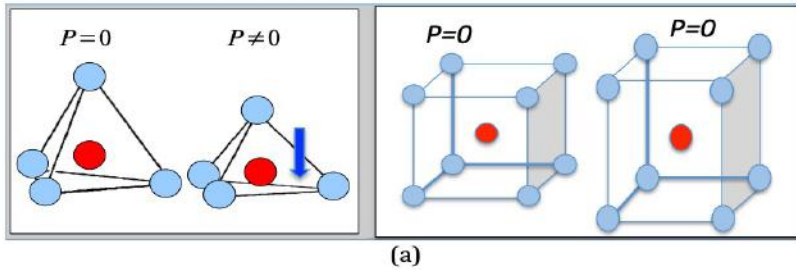
SOMMAIRE :

Comment peut-on rendre visible des panneaux de signalisation sur les routes grâce à l'utilisation de capteurs piézoélectriques soumis à une action mécanique ?

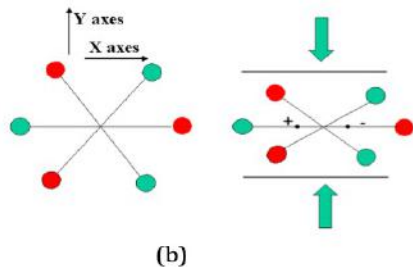
- I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.
- II- Étude des caractéristiques de la led.
- III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.
- IV- Montage à l'aide du LTC3588

I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.

Effet piézoélectrique :

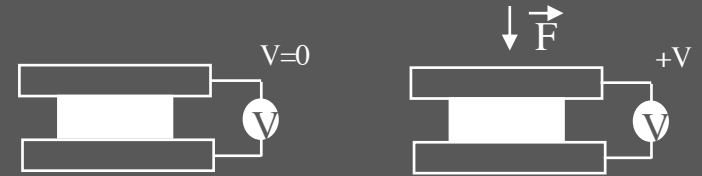


(a)

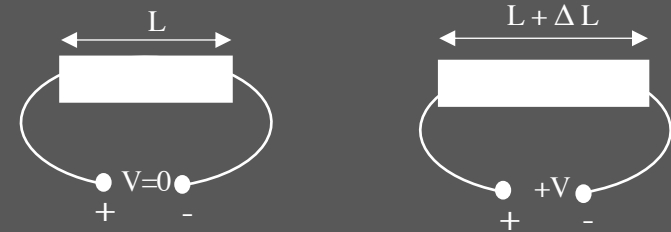


(b)

- Effet piézoélectrique direct/indirect.
- Pas de centre de symétrie menant à une polarisation du matériau.



Effet direct : On applique une force, une tension apparaît entre les 2 forces



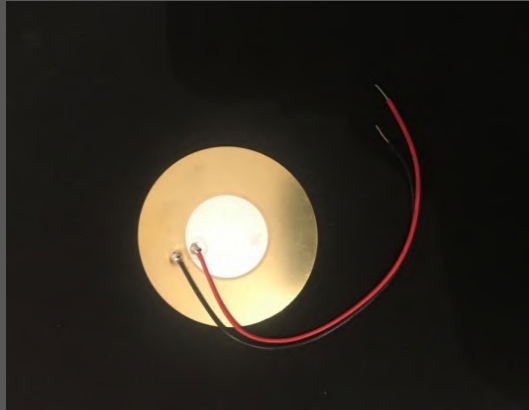
Effet inverse : On applique une tension, le composé se déforme

I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.

II- Étude des caractéristiques de la led.

III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.

IV- Montage à l'aide du LTC3588



Type	Avantage	Inconvénients
Electromagnétiques	<ul style="list-style-type: none">• Fort couplage	<ul style="list-style-type: none">• faible tension générée
Piézoélectrique	<ul style="list-style-type: none">• Plus ou moins forte tension générée• Prix• Utilisation	<ul style="list-style-type: none">• Dépolarisation• Fragilité des éléments piézoélectriques• Haute impédance
électrostatique	<ul style="list-style-type: none">• Forte tension générée	<ul style="list-style-type: none">• nécessité d'une source externe• Contraintes mécaniques et capacitifs

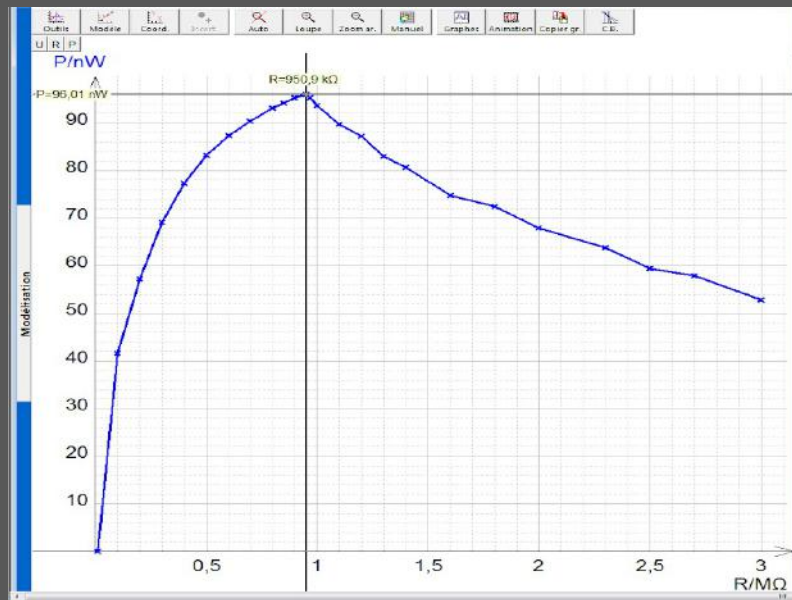
I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.

II- Étude des caractéristiques de la led.

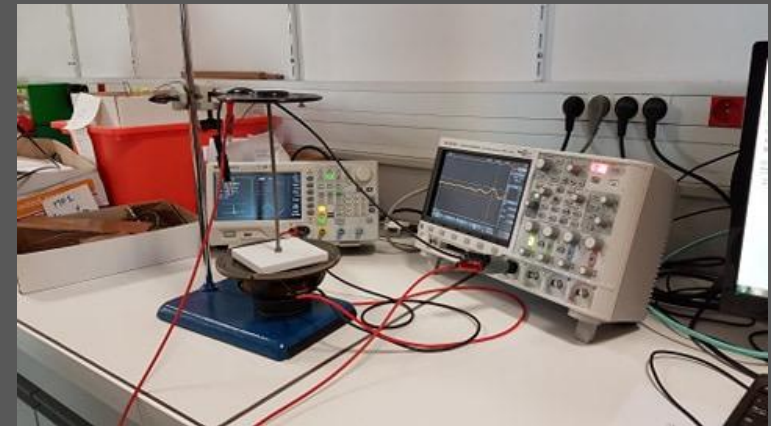
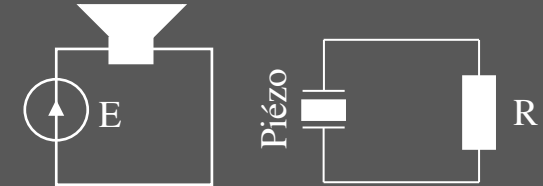
III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.

IV- Montage à l'aide du LTC3588

Détermination de la résistance nécessaire pour avoir une puissance maximale :



- $R = 951 \text{ k}\Omega$
- $P_{\text{max}} = 96 \text{ nW}$



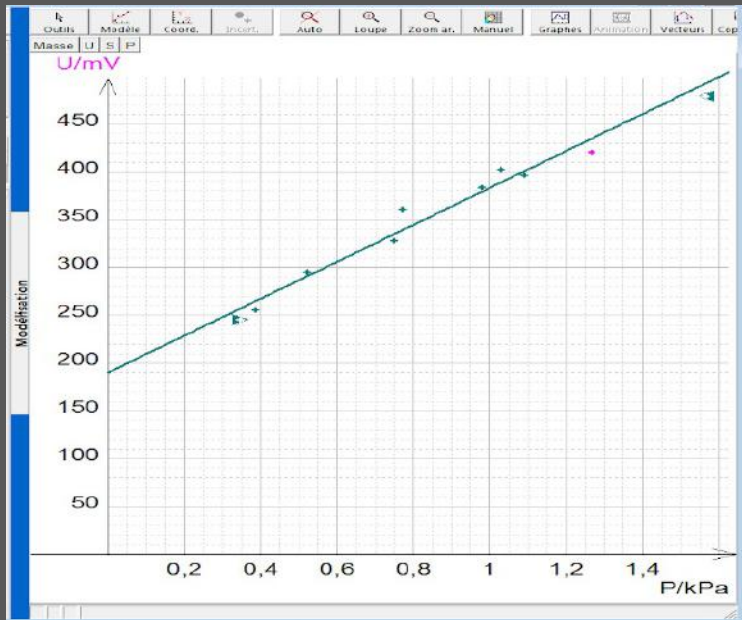
I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.

II- Étude des caractéristiques de la led.

III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.

IV- Montage à l'aide du LTC3588

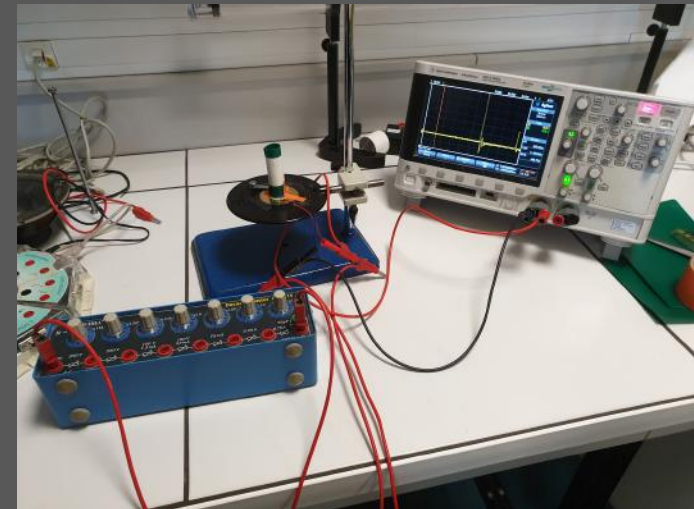
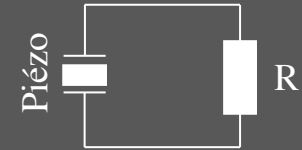
Tracé de $U=f(P)$:



- Obtention d'une droite
- Constante de sensibilité

Force de pression :

$$p = \frac{\text{Poids}}{\text{Surface}} = \frac{9.81 * m}{\pi R^2}$$



I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.

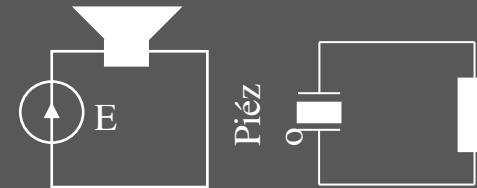
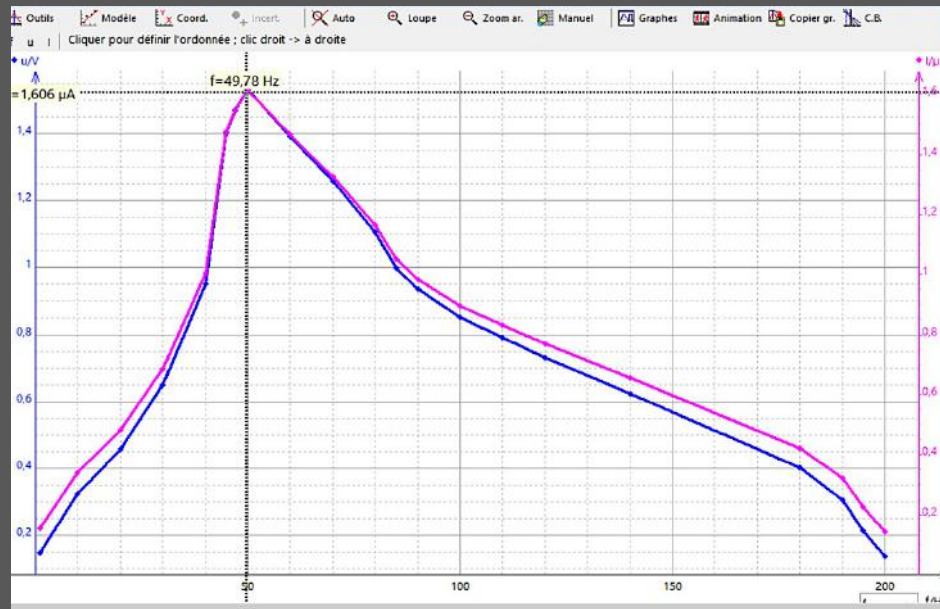
II- Étude des caractéristiques de la led.

III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.

IV- Montage à l'aide du LTC3588

Calcul de la tension maximale délivrée:

$U=f(f)$ et $I=f(f)$:



$$f = (49,84 \pm 0,45) \text{ Hz}$$

$$U = (1,58 \pm 5,7e-4) \text{ V}$$

$$I = (1,58 \pm 5,7e-4) \mu\text{A}$$

- Avec une résistance optimale



I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.

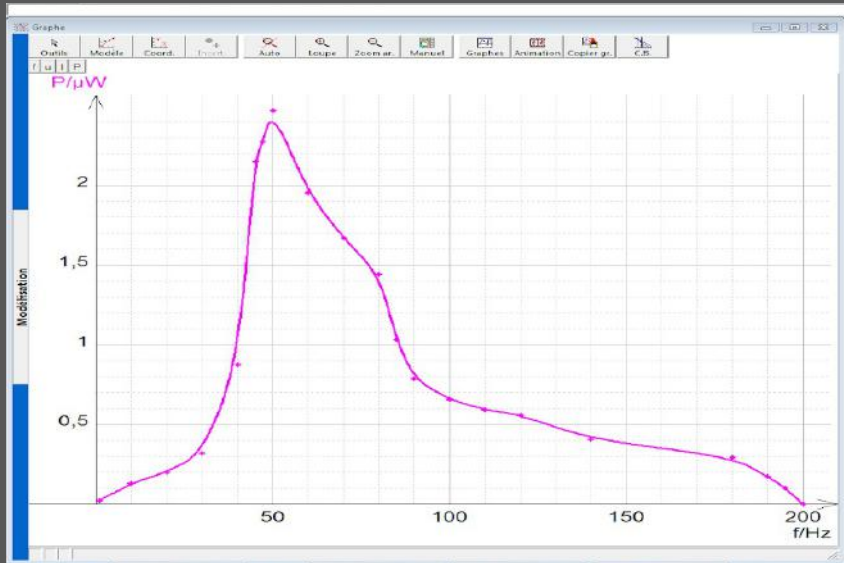
II- Étude des caractéristiques de la led.

III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.

IV- Montage à l'aide du LTC3588

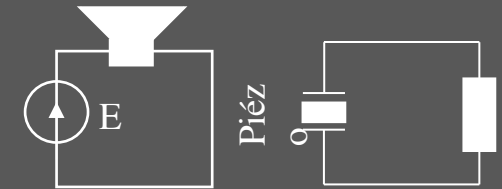
Calcul de la puissance maximale délivrée par le capteur piézoélectrique:

Puissance = f(f) :

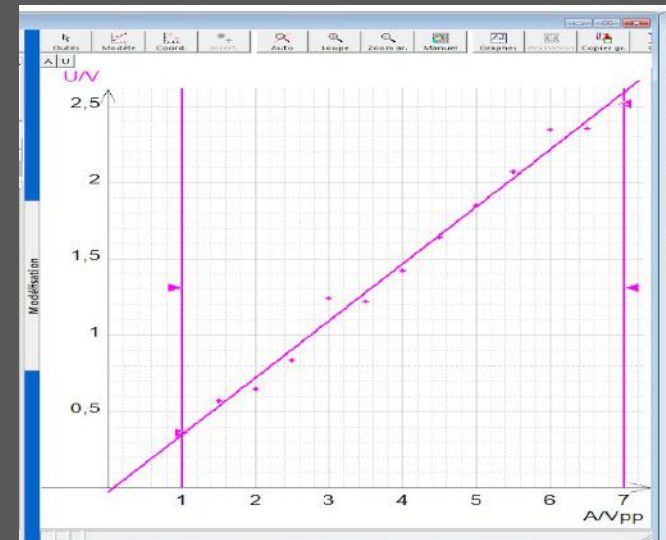


$$P = \frac{U^2}{R}$$

$$P = (2,406 \pm 0,002) \mu W$$



Amplitude maximale : $U = f(\text{Amplitude})$



I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.

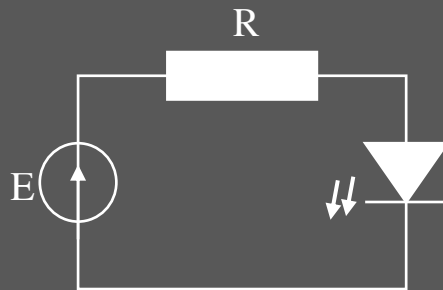
II- Étude des caractéristiques de la led.

III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.

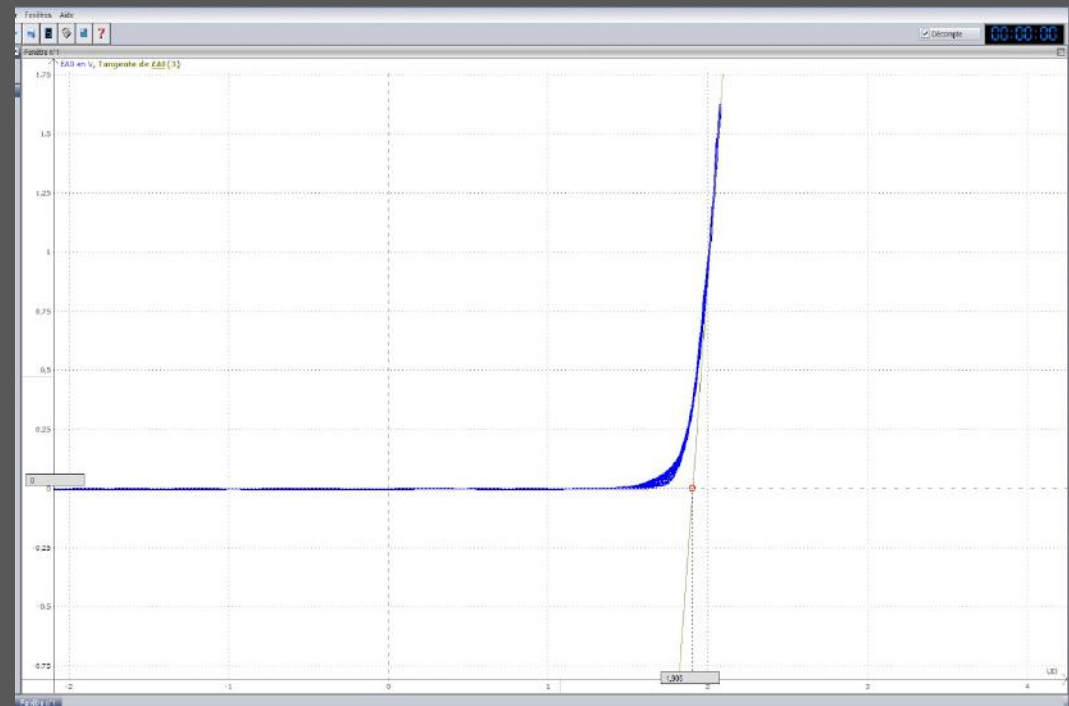
IV- Montage à l'aide du LTC3588

II- Étude des caractéristiques de la led

Tracé de la caractéristique de la led :



Tension de seuil : 1,9V

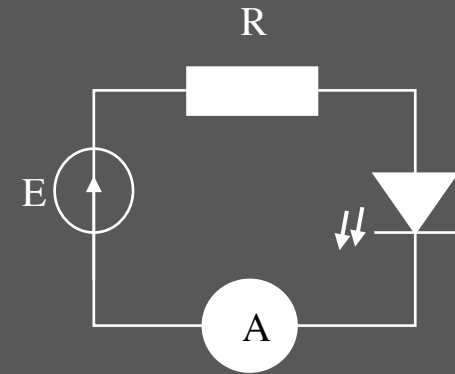
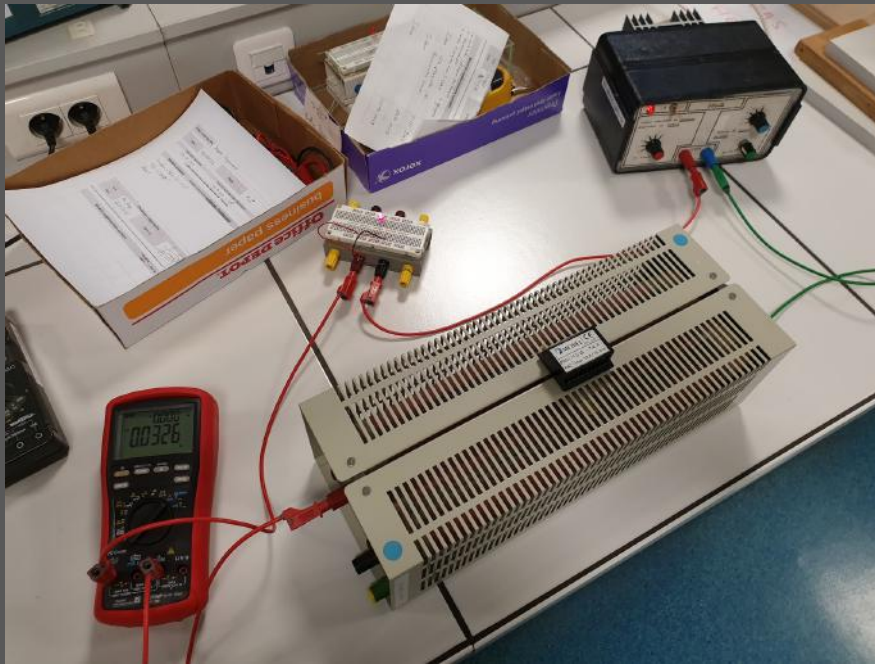


I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.

II- Étude des caractéristiques de la led.

III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.

IV- Montage à l'aide du LTC3588



Intensité (ampèremètre) : $0,0337\text{A} = 34\text{mA}$
Tension (voltmètre) : $1,879\text{V}$

I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.

II- Étude des caractéristiques de la led.

III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.

IV- Montage à l'aide du LTC3588

Conclusion :

	LED	Disque piézoélectrique
Puissance	0,05-5W	$(2,406 \pm 0,002)\mu\text{W}$
Intensité	34mA	$(1,58 \pm 5,7\text{e-}4) \mu\text{A}$
Tension	1,9 V	1,5V

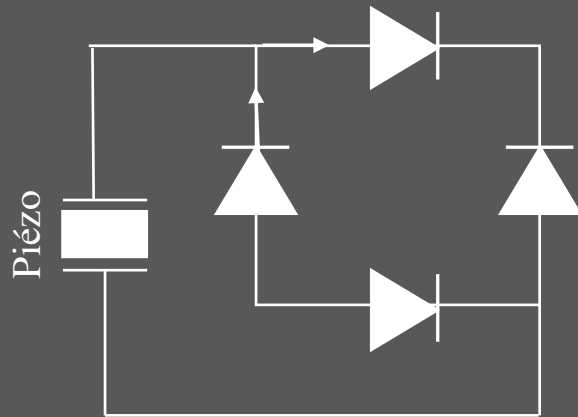
I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.

II- Étude des caractéristiques de la led.

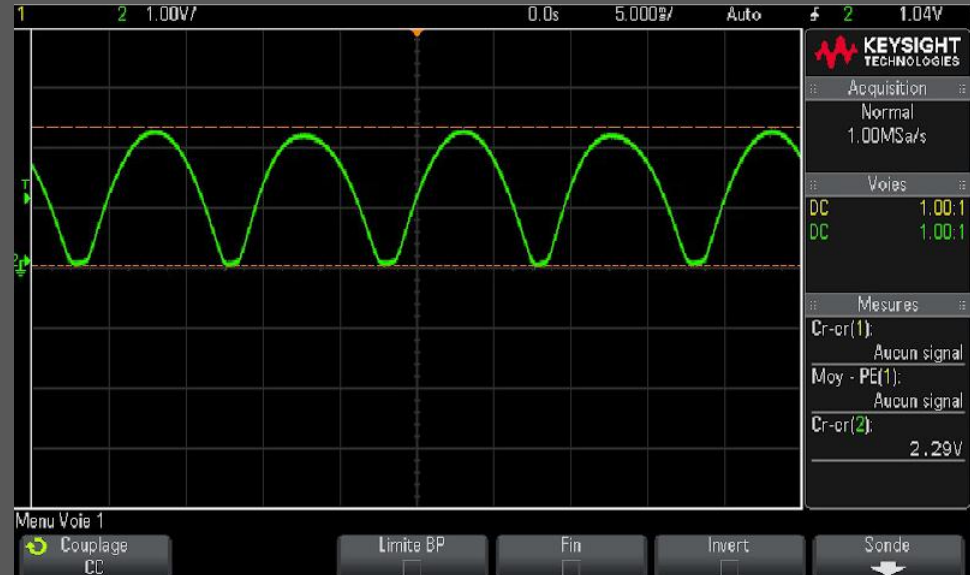
III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.

IV- Montage à l'aide du LTC3588

III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.



- Signal redressé

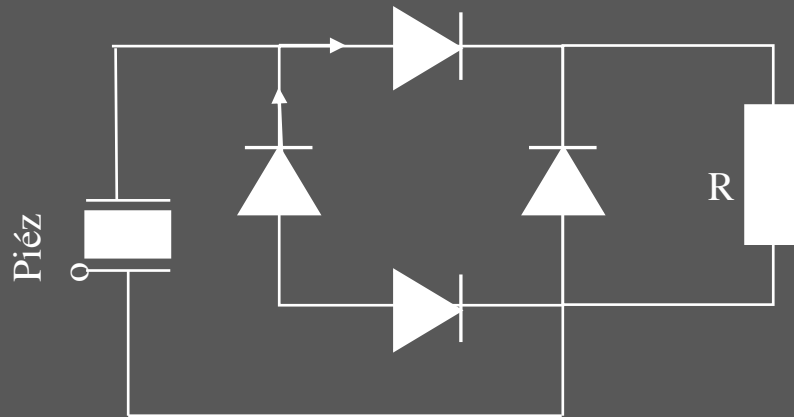


I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.

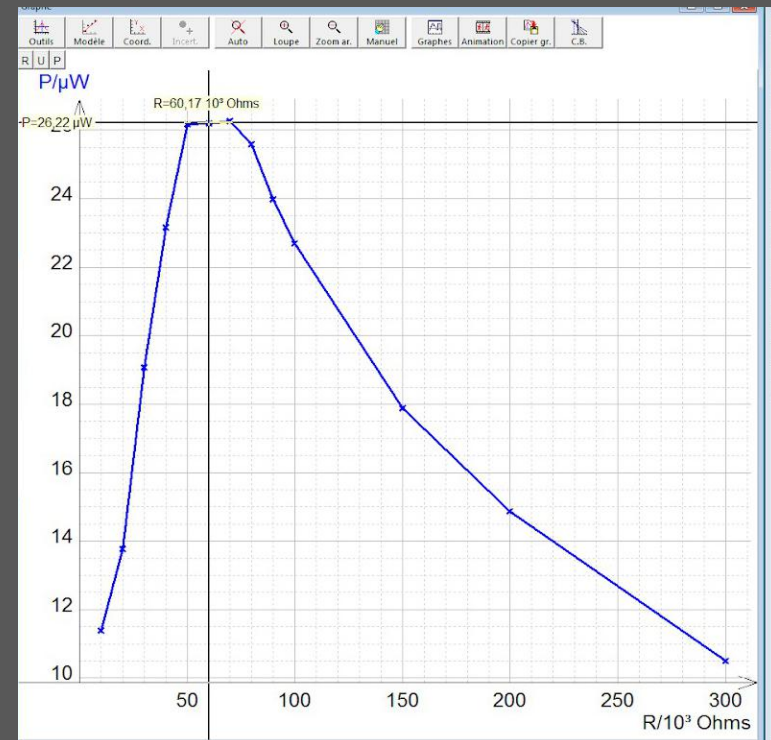
II- Étude des caractéristiques de la led.

III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.

IV- Montage à l'aide du LTC3588



- $P_{max} = 26,22 \mu W$ pour : $R = 72,80 \text{ Mohms}$
- $I = 0,096 \text{ A}$
- Observation: léger scintillement

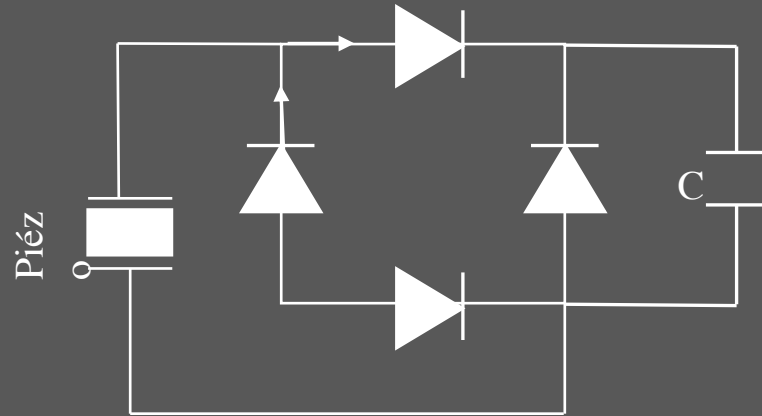


I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.

II- Étude des caractéristiques de la led.

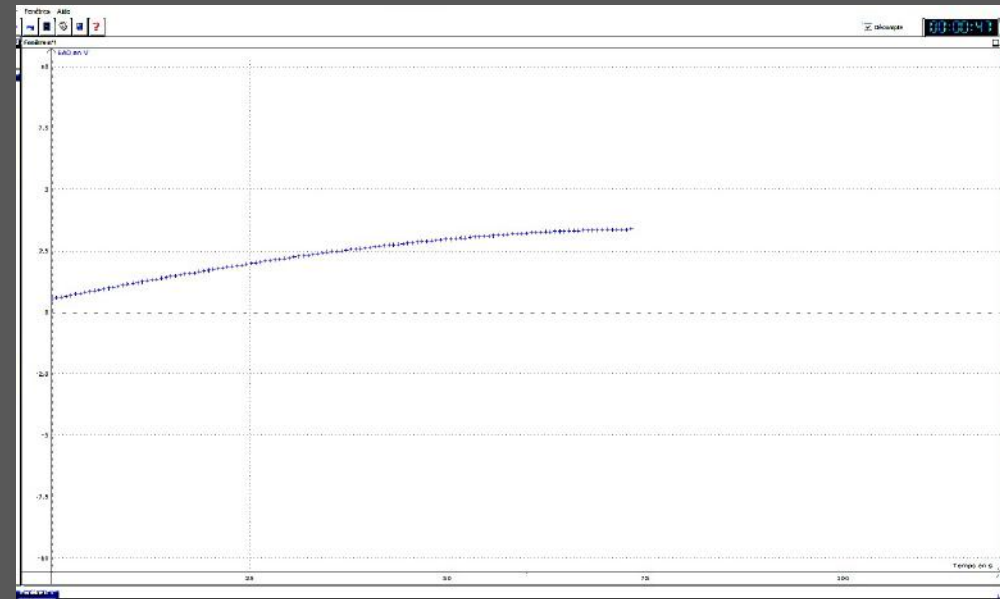
III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.

IV- Montage à l'aide du LTC3588



Evolution de la tension aux bornes du condensateur pour une capacité de 100 pF :

Pour 70s :
 $U_{\text{max}} = 3,35\text{V}$

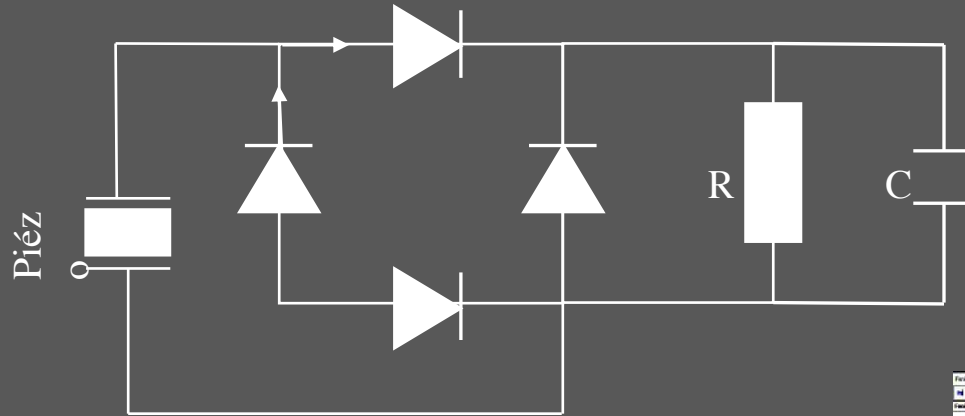


I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.

II- Étude des caractéristiques de la led.

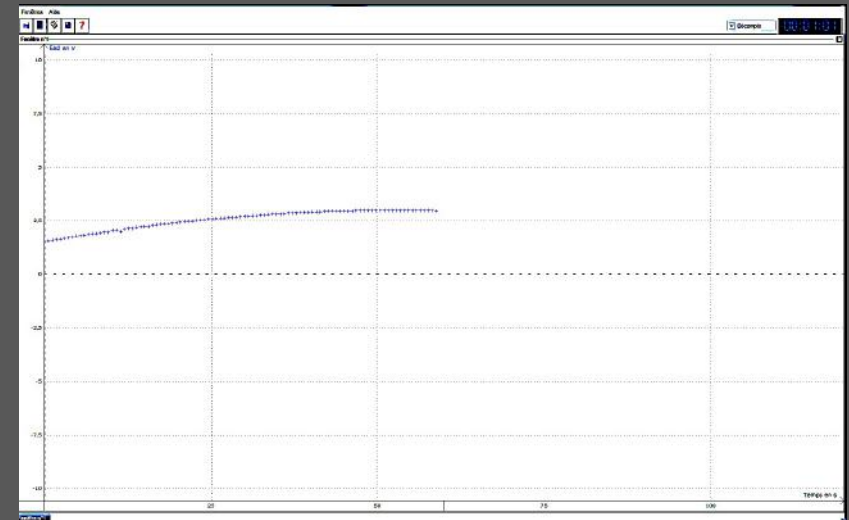
III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.

IV- Montage à l'aide du LTC3588



- $R = 950 \text{ k}\Omega$
- $U_{\text{max}} = 2,986 \text{ V}$
- R consomme 89% de l'énergie emmagasinée par le condensateur en 1 min environ.

Evolution de la tension aux bornes du condensateur pour une capacité de 100 pF :



I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.

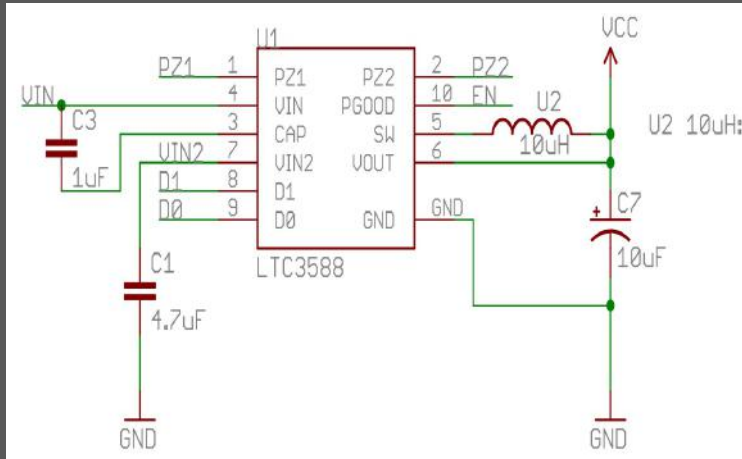
II- Étude des caractéristiques de la led.

III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.

IV- Montage à l'aide du LTC3588

IV- Montage à l'aide du LTC3588

Présentation du produit:



- Solution optimisée de récupération d'énergie
- Tension d'entrée [2,7V-20V]
- Adapté pour les impédances de sortie élevées
- Convertisseur Buck/redresseur à pont pleine onde

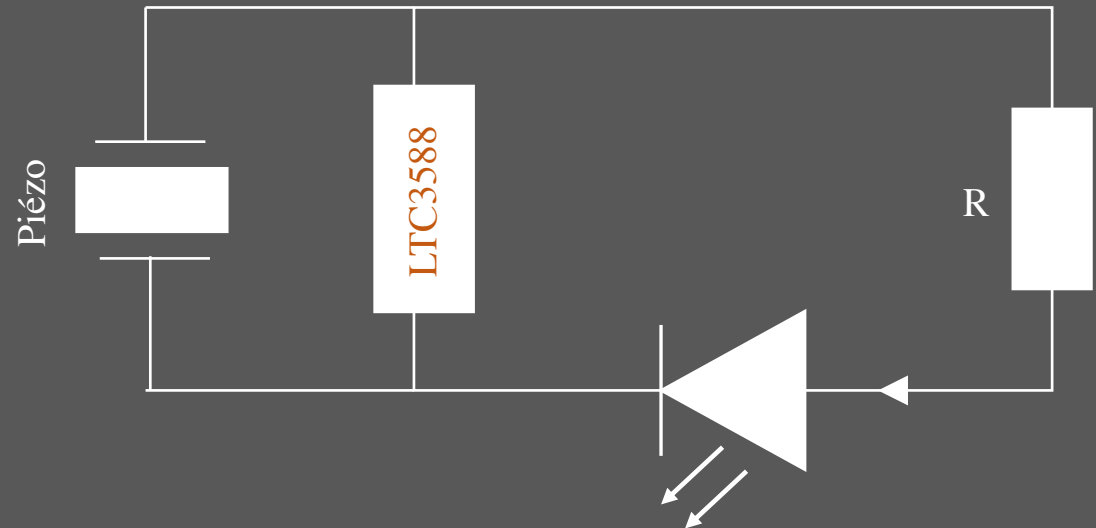
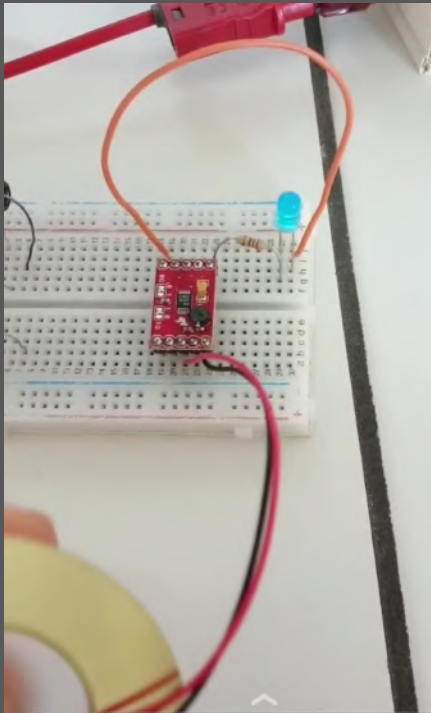


I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.

II- Étude des caractéristiques de la led.

III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.

IV- Montage à l'aide du LTC3588



- Tension par défaut : 3,3V >> tension acceptable par la led
- $I_{max} LTC = 20mA \ll I_{min} LED = 34mA$

I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.

II- Étude des caractéristiques de la led.

III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.

IV- Montage à l'aide du LTC3588

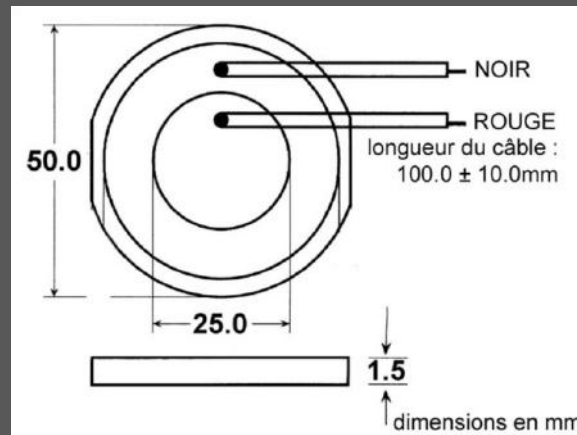
CONCLUSION :

	Disque piézoélectrique	Montage pont diode	LTC3588
Capacités	<ul style="list-style-type: none">• Tension générée trop faible• Puissance trop faible• Pas d'éclairement	<ul style="list-style-type: none">• Consommation résistance trop forte• Tension générée trop faible• Faible éclairement	<ul style="list-style-type: none">• Montage optimisé efficace• Amélioration tension et intensité de sortie

Annexe:

- Fiche technique capteur:

- Tension nominale : 15 à 30 Vac
- Consommation : 1,5mA
- Fréquence : 0,5 à 20kHz
- Niveau sonore : 75dB
- Diamètre : 50mm
- Longueur fils : 10cm



I- Étude des capacités du capteur piézoélectrique sous l'action d'une pression extérieure.

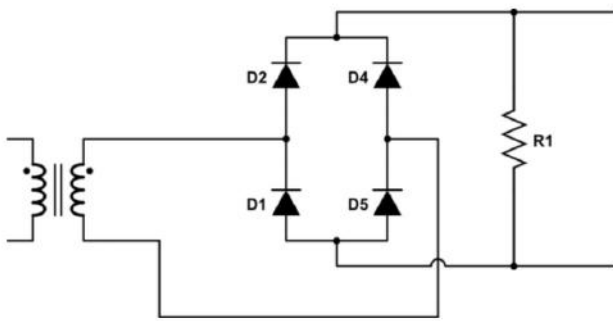
II- Étude des caractéristiques de la led.

III- Recherche d'amélioration du montage pour allumer une led sur un panneau routier.

IV- Montage à l'aide du LTC3588

LTC3588:

Pont redresseur pleine onde:



Convertisseur Buck:

- Permet à la charge de s'accumuler sur un condensateur
- Transfère une partie de la charge stockée sur la sortie + s'allume et s'éteint pour réguler)
- Efficace pour les courtes rafales de puissance