

TIPE

Sur les lampes souples

(Classe de PCSI)



Année 2000 /2001

Sommaire :

1) Introduction	Page 3
2) Structure et fonctionnement de la lampe EL	Page 3
3) Schéma fonctionnel de la lampe EL	Page 5
4) Définition de l'indium	Page 5
<ul style="list-style-type: none">• <i>Production au Canada</i>• <i>Utilisation de l'indium</i>	
5) Définition du phosphore	Page 6
6) Couleur des lampe EL	Page 6
<ul style="list-style-type: none">• <i>Le type de phosphore utilisé</i>• <i>La fréquence du signal alternatif appliqué à la lampe</i><ul style="list-style-type: none">• <i>L'addition de filtres de lumière (teintes fluorescentes)</i>	
7) Durée de vie de la lampe EL	Page 8
8) Alimentation de la lampe	Page 8
9) Types de montage électrique utilisé pour faire fonctionner la lampe EL	Page 8
<ul style="list-style-type: none">• <i>Premier montage électrique :</i>• <i>Schéma équivalent de la lampe EL :</i>• <i>Second montage électrique, avec un pont en H :</i><ul style="list-style-type: none">○ <i>Définition d'un pont en H</i><ul style="list-style-type: none">▪ <i>Définition d'un MOS</i>○ <i>Schéma équivalent d'un pont en H</i>○ <i>Montage électrique</i>	

Lampe électroluminescente capacitive : EL LAMP

1) **Introduction :**

L'électroluminescence fût découvert en 1936.

Le phénomène d'émission de lumière, résultant de l'application d'un champ électrique sur une préparation à base de phosphore disposé entre deux électrodes, est mis en évidence, à cette même époque.

Ce n'est que depuis peu, avec l'apparition de nouvelles techniques permettant d'obtenir des surfaces conductrices transparentes, que l'homme est arrivé à concrétiser ce projet éblouissant, exploiter l'électroluminescence du phosphore.

L'application méconnue de ce phénomène est la lampe souple, communément appelée, « lampe EL ».

NEC fut le premier à créer et commercialiser ce type de lampe.

Depuis, NEC a cherché à développer les lampes EL dans de nombreuses applications. Ce produit est actuellement intégré dans une multitude d'appareils, qui hantent notre quotidien, lecteurs Cd, radiocassette, ordinateurs de poches, terminaux de dialogues, téléphones cellulaires et autres mobiles de communications.

Les lampes EL sont aussi présentes dans les secteurs de l'architecture de la décoration, de l'horlogerie, l'avionique etc..

Cette lampe au profile ultra plat, consomme peu d'énergie, ne produit pas de chaleur et de plus, est souple !

Cette lampe dispose d'un potentiel illimité.

2) **Structure et fonctionnement de la lampe EL :**

La L.E.D (Light Emitting Diode) est connue du grand public, pour des applications similaires, signalisation, rétro-éclairage etc.. La lampe EL, quant à elle demeure méconnue malgré une utilisation soutenue.

Une lampe EL est une LEC ou (Light Emitting Capacitor) .

Comme un condensateur le LEC est constitué d'un diélectrique disposé entre deux plaques.

Le diélectrique, constitué de micro billes de phosphore, émet des photons lorsque celui-ci est alimenté sous une tension sinusoïdale. Les particules phosphorescentes sont déposées uniformément entre deux feuilles conductrices, non hygroscopique (qui n'absorbe pas l'humidité de l'air). Le conducteur recouvrant la partie supérieure du diélectrique est transparent, permettant ainsi de voir l'illumination du phosphore. Ce conducteur est plus particulièrement une électrode, réalisée à partir d'une fine couche de polyester, sur laquelle est vaporisée de l'oxyde d'indium étain (I.T.O). L'électrode inférieure est également réalisée à partir d'un film polyester, sérigraphié d'une encre conductrice à base d'argent. L'ensemble, après encapsulation, mesure moins de 0.3 mm d'épaisseur, ce qui explique sa souplesse (figure 1).

Les lampes EL sont alimentées par un champ électrique alternatif, et fonctionnent de la façon suivante : Lorsque le courant alternatif est appliqué sur la couche de phosphore, les électrons sont excités par le champ ainsi générée et deviennent hautement énergétiques. Le phosphore s'ionise. Quand les électrons retournent à un état stable, c'est à dire au front descendant de l'alternance, la lumière est émise. L'excitation a lieu à chaque changement de direction du champ électrique.

La lumière est donc émise deux fois par cycle.

Il faut noter, que le phosphore est une substance disposant une certaine rémanence, de plus, l'œil humain est incapable d'apprécier des pulsations supérieures à 25Hz.

En conséquence, les alternances de luminosité sont indiscernables ! (figure 2).

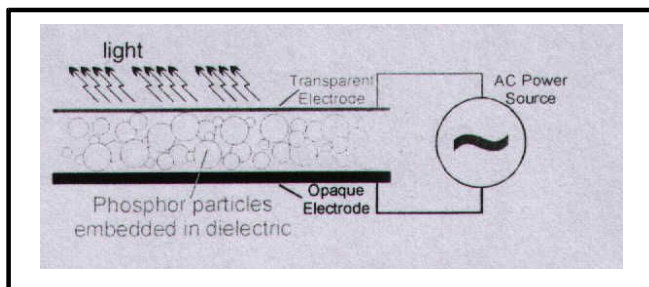


Figure 1

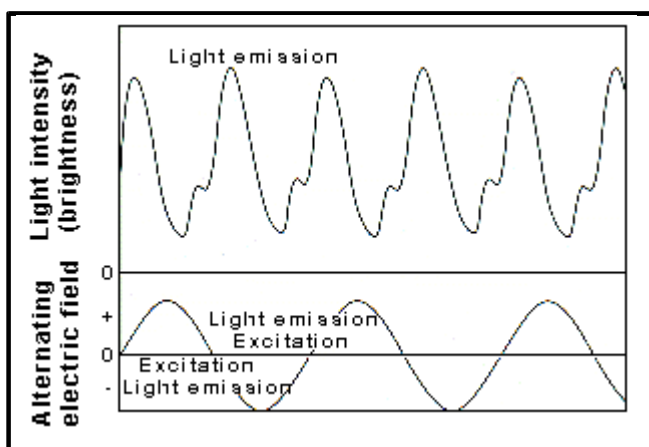
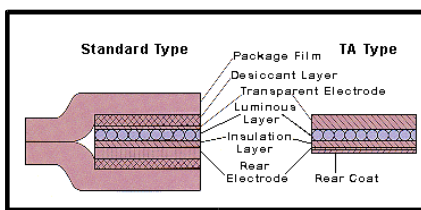
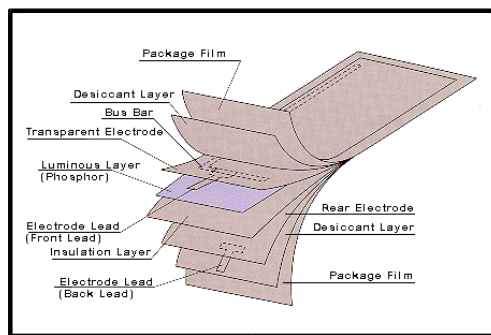
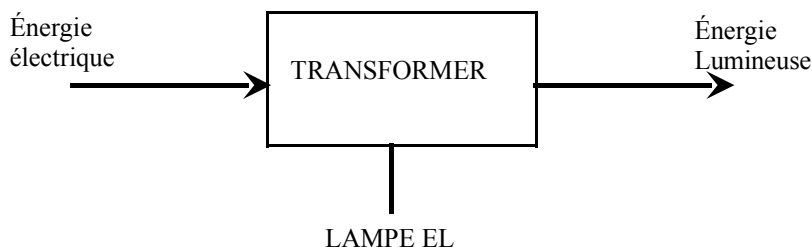


Figure 2

3) Schéma fonctionnel de la lampe :



4) Définition de l'Indium :

L'indium est un métal mou, semi-précieux, non ferreux, de couleur blanc argenté et brillant. Il est très malléable et ductile (qui peut être étiré, allongé sans se rompre) et peut subir des déformations presque sans limite. Comme l'étain, le métal pur émet un bruit aigu lorsqu'on le plie.

L'indium a été découvert en 1863 dans de la sphalérite, un minerai sulfuré de zinc, par les Allemands Ferdinand Reich et Théodor Richter. L'indium est à peu près aussi rare que l'argent.

Le numéro atomique de ce métal est 49. Il a une masse atomique de 114,82, un point de fusion de $156,6^{\circ}\text{C}$, un point d'ébullition de $2\,080^{\circ}\text{C}$ et une densité de 7,31 (20°C) (figure 3).

L'indium à l'état naturel est un mélange de deux isotopes, l'indium 113 (4,28 %) et l'indium 115 (95,72 %).

L'indium métal est stable dans l'air à la température ambiante, mais, lorsqu'il est porté au rouge, il brûle en émettant une flamme bleu-violet et produit un oxyde jaune, In_2O_3 . L'indium métal se dissout dans les acides minéraux, mais n'est pas attaqué par l'hydroxyde de potassium ou par l'eau bouillante. Lorsqu'il est chauffé en présence d'halogènes ou de soufre, une réaction de combinaison directe intervient. Bien que quelques composés authentiques de l'indium aient été réalisés (p. ex., des halogénures), les composés de l'indium renferment en général de l'indium trivalent. L'indium forme avec les autres principaux éléments du groupe V, des composés (phosphure, arséniure, antimoniure d'indium) qui possèdent des propriétés semi-conductrices.

Production au Canada

La teneur en indium de la croûte terrestre est en moyenne d'environ 0,05 partie par million, en poids. Cet élément ne se rencontre pas à l'état pur, ni sous forme de minéral autonome, mais en traces dans beaucoup de minéraux, particulièrement dans ceux du zinc et du plomb, à partir desquels il est obtenu comme sous-produit. L'indium se trouve généralement dans la sphalérite, mais il est aussi présent en des quantités appréciables dans des minerais de cuivre, de plomb et d'étain. L'indium est introduit dans le four de grillage en tant que constituant de concentrés de zinc. Le résidu produit à partir de divers sous-produits métallurgiques est envoyé à une usine de fusion du plomb, à la sortie de laquelle l'indium se retrouve pour moitié dans les lingots de plomb produits et pour moitié dans le laitier du haut fourneau. L'indium est ensuite extrait du laitier, avec le zinc et le plomb, lors de la réduction des scories. La fumée contenant l'indium est alors traitée à nouveau. À partir des lingots de plomb, on récupère l'indium dans l'écume de plomb, qui est transformée par un procédé électrothermal en des lingots de plomb, d'étain, d'antimoine et d'indium. Le lingot est soumis à un traitement électrolytique afin de produire une anode en indium et une boue contenant de 20 à 25 % d'indium. La boue est retraitée chimiquement afin de produire de l'indium métal brut, pur à 99 %. Ce procédé prend de six à huit semaines. Le minéral est affiné de manière à obtenir de l'indium métal standard (99,97 %) et de haute pureté (99,999+ %).

Utilisations de l'indium

L'indium est utilisé dans des soudures sans plomb, dans des circuits de désembuage de pare-brise, dans l'industrie du verre architectural, dans des applications solaires, dans la fabrication de rétroviseurs pour automobile qui réduisent l'éblouissement causé par les phares, en bijouterie et dans la fabrication d'instruments dentaires. On peut aussi utiliser le métal comme revêtement antistatique dans les engins spatiaux; dans les lasers; dans les diodes électroluminescentes, pour remplacer les lumières incandescentes dans des applications précises.

L'oxyde mixte d'indium et d'étain entre dans la fabrication d'écrans transistorisés à cristaux liquides en couches minces pour les ordinateurs, de lecteurs de disques compacts, de jeux électroniques et de tableaux de bord. Il a aussi des applications militaires. L'indium possède une propriété inhabituelle : lorsqu'il est fondu, il adhère au verre et à d'autres surfaces propres et les mouille, ce qui le rend intéressant pour produire des joints étanches entre le verre, les métaux, le quartz, les céramiques et le marbre.

5) Définition du Phosphore :

Solide blanc, toxique, inflammable (symbole p). Il émet de la lumière dans l'obscurité (phosphorescence). Soluble dans le sulfure de carbone, il se transforme par chauffage en phosphore rouge, moins réactif, utilisé dans les frottoirs de boîtes d'allumettes (figure 3).

Élément et date de découverte.	Symboles.	Masse atomique.	Nombre atomique.	Température en °C. Fusion ou ébullition.		Valence.	Masse volumique (g/cm ³).	Structure électronique.
Indium (1863)	In	114.82	49	156.6	2000	1,3,4	7.31	¹⁰ 2 1 [Kr](4d) (5s) (5p)
Phosphore* (1669)	P	30.9738	15	44.1	280.5	3,5	82 _w	² 3 [Ne](3s) (3p)

*Non-métal

Figure 3

6) Couleur des lampes EL :

La couleur des lampes EL dépend essentiellement de trois critères :

Le type de Phosphore utilisé :

La fréquence du signal alternatif appliquée à la lampe :

L'addition de filtres de lumière (teintes fluorescentes):

● Le type de Phosphore utilisé :

Chaque particule de phosphore est un semi-conducteur « dopée » par des cristaux de sulfure de zinc. Le type et la concentration du dopant, déterminent la longueur d'onde des photons émis. Différents mélanges de phosphores sont utilisés pour la fabrication des lampes EL, dans le but de produire un spectre unique.

● **La fréquence du signal alternatif appliquée à la lampe :**

Si on augmente la fréquence de l'énergie d'entrée, la bande de fréquence de la lumière émise se déplace légèrement, on passe alors progressivement d'un bleu foncée vers un bleu plus clair (figure 4).

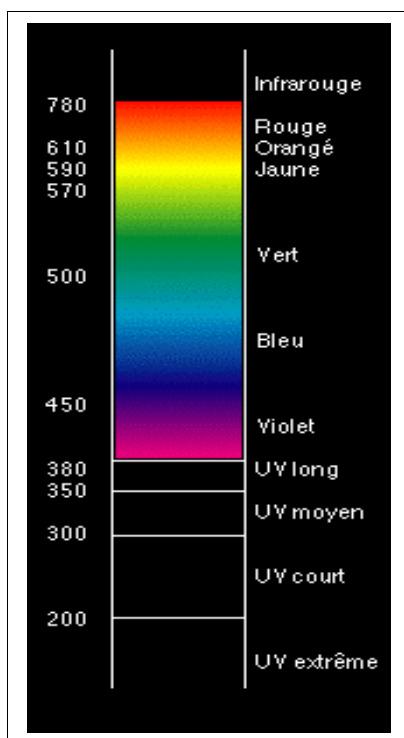


Figure 4

● **L'addition de filtres de lumière (teintes fluorescentes):**

Concernant les lampes EL, nous avons vu précédemment que la couleur émise se situait dans les bandes spectrales de 450 à 550 nm, correspondant aux dégradés des teintes bleues à vertes. Or pour élargir la gamme des teintes il est nécessaire de sur-doper le phosphore afin d'obtenir une luminosité s'approchant de la lumière du jour, soit blanche, pour balayer l'ensemble des fréquences visibles.

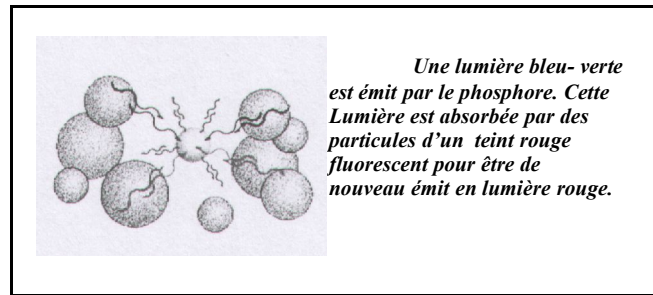
En produisant cette émission blanche, il suffit alors de placer des filtres de couleurs appropriées pour obtenir la teinte désirée. Si l'on souhaite obtenir une émission de couleur rouge, comprise entre 600 & 780 nm, sans cet artifice, l'adjonction d'un filtre rouge aura pour conséquence le blocage des teintes initialement bleues du phosphore.

Cette méthode est utilisée pour produire d'autres teintes à partir d'une émission voisine du blanc.

Actuellement, il n'existe pas dans le commerce de phosphores qui produisent directement une lumière dont le spectre est rouge- orange- jaune.

Néanmoins, les techniques actuelles permettent l'insertion de pigments rouges fluorescent entre les micro-billes de phosphore. La lumière est alors absorbée par ces particules de teintes rouges fluorescentes pour être ré émise en lumière rouge.

Cependant, comme beaucoup d'énergies est perdues pendant la conversion des couleurs, l'intensité lumineuse est généralement moins importantes que celui du spectre bleu- vert, produit naturellement. (figure 4).

**Figure 4**

7) *Durée de vie de la lampe :*

La vie utile d'une lampe dépend beaucoup des paramètres suivant :

- Des caractéristiques de l'alimentation, tensions et fréquences.
- Du niveau de lumière demandé en sortie.
- De la température de service.
- De l'hygrométrie.

La durée de vie maximale estimée en laboratoire est d'environ 50.000 heures.

Il faut noter que le rendement d'une lampe EL est maximum en début de vie, soit environ le premier millier d'heures. Par la suite, le rendement, décroît exponentiellement, pour se stabiliser, après 6.000 heures de fonctionnement. La perte de luminosité, pendant cette première phase, peut atteindre plus de 60%.

8) *Alimentation de la lampe :*

Les lampes EL sont alimentées à partir de convertisseurs CC/CA.

Il est généralement utilisée, une tension d'entrée continue comprise entre 5V et 28V, délivrant en sortie une tension alternative efficace comprise entre 80V et 300V.

On pourrait bien évidemment alimenter cette lampe à partir du secteur EDF, délivrant une tension alternative de 220V cadencée à une fréquence de 50HZ, mais nous n'obtiendrons qu'une lumière blafarde.

Afin d'obtenir une lumière plus étincelante, il est préférable que cette lampe EL soit alimentée sous une fréquence comprise entre 400 et 850HZ.

9) *Types de montages électriques utilisées pour faire fonctionner la lampe EL.*

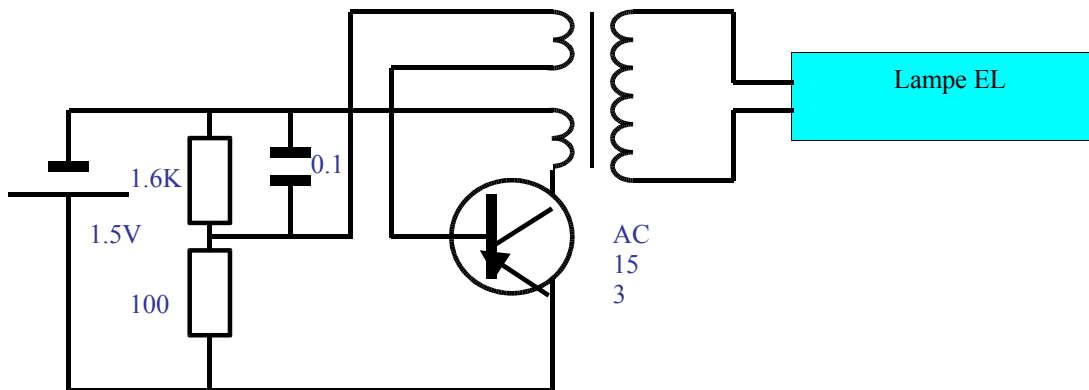
• *Premier montage électrique :*

Le montage électrique permettant de faire fonctionner la lampe EL est le même que celui permettant de faire fonctionner un Néon.

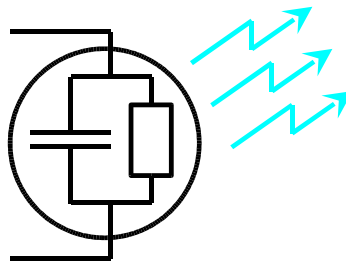
Exemple d'un convertisseur fonctionnant sur une pile de 1.5V :

Ce montage met en œuvre un transformateur disposant d'un enroulement de contre réaction, faisant fonctionner le transistor en multivibrateur, la fréquence d'oscillation dépend essentiellement du circuit RC.

D'autres montages utilisent les caractéristiques du condensateur de la lampe EL pour réaliser l'oscillation du circuit.



- Schéma équivalent de la lampe EL :



- Second montage électrique, avec un pont en H :

- Définition d'un pont en H :

C'est un ensemble composé de deux transistors MOS canal P et deux canal N, disposés en pont, pilotés deux par deux en fonction d'un générateur de fréquence assurant l'inversion de la source de tension au borne de la lampe EL.

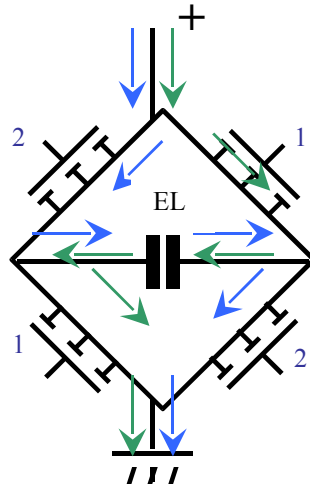
Se système est également utilisée dans les pompes de charge (augmentation de la tension par adjonction d'une self), en d'autres termes la pompe de charge est utilisée, si par exemple nous disposons d'une tension de 3V et que nous souhaitons la porter à 5V. L'augmentation de la tension s'effectue par une étape transitoire ou les 3V sont découpés au travers du pont en H et porté à un potentiel alternatif supérieur à 5V en fonction de la self placée dans le circuit. Cette tension est en suite redressée, filtrée et réguler à 5V. Cette dernière étape n'est pas nécessaire dans le cas ou nous souhaitons alimenter une lampe EL, puisque seule la composante alternative nous intéresse. Il suffira de choisir une self suffisamment puissante pour obtenir après découpage de nos 3V DC initiaux une tension alternative pouvant atteindre 300V.

- Définition d'un MOS :

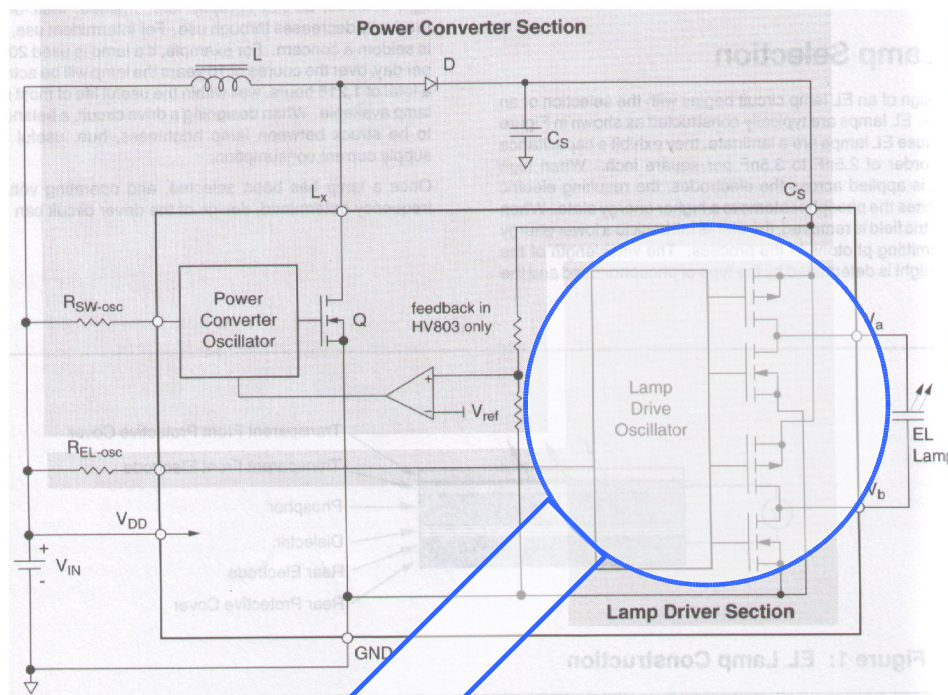
(Abréviation de Oxyde- Métal- Silicium). Se dit du transistor à effet de champ utilisé dans les circuit imprimés ou intégrés. En anglais, ce composant est appelé un « MOSFET ». On peut considérer que se composant particulier n'est qu'une résistance variable, piloté en tension.

Il existe différents types de MOS : CMOS, TMOS, VMOS... . Leurs différences est essentiellement due à la forme de leurs structures. Par exemple, si on regarde la structure intérieure d'un composant VMOS, on aperçoit nettement que l'ensemble des pistes sont gravées en forme de V.

○ **Schéma équivalent d'un pont en H :**



○ **Montage électrique.**



Pont en H