

Emploi des DEL à courant faible HLMP-4700/-1700/-7000

INTRODUCTION

La recherche d'une diminution de la consommation électrique est depuis longtemps un des combats menés par les ingénieurs concepteurs. Pour de nombreux systèmes, la diminution des besoins d'énergie électrique signifie une réduction des exigences applicables aux circuits de commande et aux moyens de dissipation thermique. La diminution de la consommation des composants individuels employés en télécommunication entraîne une importante économie d'énergie dans les grands circuits et réseaux. La réduction de la consommation électrique revêt une importance toute particulière au niveau de la conception des instruments portables; plus la consommation électrique est importante plus l'alimentation doit être grande et moins l'instrument devient portable.

Hewlett-Packard a réalisé des progrès dans le domaine de la diminution de la consommation électrique des DEL en introduisant les dispositifs à courant faible HLMP-4700/-1700/-7000. Ces DEL, qui existent en jaune et en rouge à haut rendement, sont conçues et testées pour travailler à 2 mA en courant continu. Les ensembles teintés diffuseurs existent en T-1 3/4, T-1 et en éléments miniatures qui permettent au concepteur de disposer d'un moyen pratique pour diminuer la consommation d'énergie électrique dans de nombreuses applications.

Cette note d'applications commence par une description générale de quelques unes des principales caractéristiques de la DEL à courant faible et les compare à celles de la DEL standard Hewlett-Packard. Sont examinées et discutées l'intensité lumineuse et la tension directe en tant que fonctions du courant ainsi que le rendement lumineux en mode pulsé. Les économies réalisées dans les techniques d'interface au moyen de logiques CMOS, LSTTL et LTTL sont étudiées; de plus, une analyse d'un exemple d'économies de coûts de production est présentée. Sont également discutées les façons dont d'autres circuits, travaillant à des tensions d'alimentation supérieures à 5 V, entraînent une diminution importante des besoins électriques en réduisant les exigences de commande. Cette note étudie également les informations propres aux télécommunications concernant les exigences de courant et de tension spécifiques au téléphone et aux réseaux téléphoniques typiques. Enfin, des informations sont données sur les batteries les plus répandues dans le commerce. Les tailles et les capacités sont reprises sous forme de tableaux et comparées.

CARACTERISTIQUES DES DISPOSITIFS

Les DEL HLMP-4700/-1700/-7000 ont été conçues spécialement pour travailler à partir de courant continu faible. Les progrès réalisés par Hewlett-Packard dans la technologie des DEL et dans l'optimisation de la géométrie des puces ont permis d'accroître l'intensité lumineuse de la DEL avec des courants faibles. La figure 1 présente l'intensité lumineuse typique en fonction du courant direct pour les DEL classiques HLMP-3300/-3301 et pour la DEL à courant faible HLMP-4700. Ces graphiques permettent de constater que pour des courants allant jusqu'à 7 mA CC, la DEL à courant faible donne une intensité lumineuse plus forte que celle de la DEL classique présentée. Par exemple, pour des DEL déterminées, présentées dans un ensemble identique et ayant les mêmes caractéristiques optiques pour un courant direct de 2 mA, on peut observer que lorsque la DEL classique donne 0,5 mcd, la DEL à courant faible donne typiquement une intensité lumineuse de 2 mcd.

La tension directe est immédiatement influencée par le niveau bas du signal de commande. Le graphique de la figure 2 compare les caractéristiques électriques directes typiques des DEL classiques et de la DEL à courant faible. Sur le graphique, on constate que pour n'importe quelle valeur du

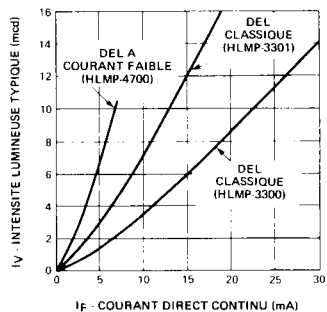


FIGURE 1 - Intensité lumineuse en fonction du courant direct

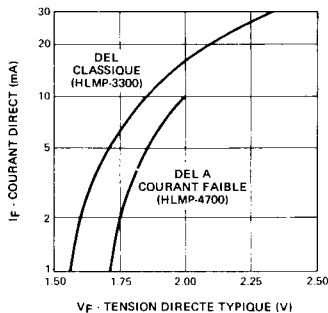


FIGURE 2 – Courant direct en fonction de la tension directe

courant, la tension directe est plus élevée pour la DEL à courant faible que pour la DEL classique. Toutefois, du fait de l'intensité lumineuse plus élevée de la DEL à courant faible, nous pouvons comparer la tension directe de la DEL conventionnelle à 10 mA à celle de la DEL à courant faible à 2 mA. Les valeurs, typiquement 2,2 et 1,8 V respectivement montrent que la tension directe est moindre pour la DEL à courant faible dans les conditions de commande appropriées à chaque cas.

Comme il a été dit précédemment, la DEL à courant faible a été optimisée spécifiquement pour fonctionner jusqu'à 7 mA en courant continu. Il n'est pas recommandé d'utiliser ce dispositif avec des forts courants pulsés, à cause d'une dégradation accrue de l'intensité. Les HLMP-3301/3401 sont les dispositifs rouges haut rendement et jaunes de l'ensemble T-1 3/4 recommandé pour les applications comportant de forts courants pulsés. Des dispositifs similaires existent en présentation T-1 et miniature.

TECHNIQUES D'INTERFACE

L'une des principales utilisations de la DEL à courant faible consiste à l'associer à des circuits CMOS. Puisque la DEL exige seulement un courant faible de commande, les circuits d'alimentation et de commande utilisés avec les CMOS sont souvent moins importants que ceux correspondants utilisés pour commander une DEL classique. Dans ce cas, l'emploi des DEL à courant faible peut entraîner une économie importante de temps, de matériau et d'argent.

L'un des principaux domaines d'économie se situe au niveau du nombre de composants utilisés dans le circuit de commande; si le circuit devient moins important, il comportera moins de composants. L'implantation pratique du schéma occupera moins de place sur la carte imprimée et le circuit réalisé sera moins encombrant, laissant de la place pour d'autres composants ou sous-ensembles ou permettant d'améliorer la compacité générale de l'instrument. Ainsi, les économies directes de matériaux apparaissent au niveau du nombre de composants et de la fabrication de la carte imprimée.

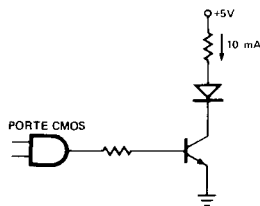


FIGURE 3 – Circuit de commande d'une DEL classique

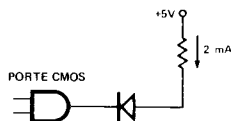


FIGURE 4 – Circuit de commande d'une DEL à courant faible

Lorsqu'il utilise moins d'énergie électrique, le concepteur a également moins à se préoccuper des systèmes de radiateurs et de refroidissement. Puisque la puissance électrique réelle est diminuée, la chaleur qui doit être dissipée par les radiateurs et les cartes métallisées diminue aussi. De plus, un passage moins important de courant électrique dans des circuits moins nombreux et plus petits, dans un volume donné, diminue la température ambiante dans le boîtier; ce qui constitue un des facteurs intervenant pour décider si un dispositif déterminé exigera un écoulement de chaleur quelconque (voir la note d'applications 1005 «Remarques sur le fonctionnement des DEL et des AFFICHEURS»).

Les figures 3 et 4 illustrent certaines de ces économies. La figure 3 montre une configuration de commande destinée à une DEL classique et travaillant avec un courant typique de 10 mA. Avec ce courant de commande, le circuit piloté par une porte CMOS exige un isolement effectué par un driver externe, en l'occurrence le transistor et la résistance limitatrice de courant de la figure. En revanche, la figure 4 montre le circuit de commande de la même porte CMOS fournissant 2 mA à la DEL à courant faible du circuit. Puisque de nombreux dispositifs CMOS peuvent passer à peu près 2 mA directement, il est inutile de faire appel à un driver externe pour allumer la DEL et le circuit s'en trouve simplifié, comme il apparaît à la figure 4. La dissipation de puissance du circuit de la DEL classique peut être calculée comme suit :

$$P_d = I E = (10 \text{ mA}) (5 \text{ V}) = 50 \text{ mW}$$

$$P_d = \text{Puissance dissipée}$$

Pour le circuit de la DEL à courant faible :

$$P_d = I E = (2 \text{ mA}) (5 \text{ V}) = 10 \text{ mW}$$

L'économie de puissance est donc de 40 mW.

La figure 5 donne une liste de composants CMOS qui devront absorber 2 mA environ au moins pour commander la DEL à courant faible avec une source de tension de 5 V. D'autres drivers CMOS peuvent faire de même à 10 V. Dans le cas des familles logiques LTTL ou LSTTL, la plupart des composants à 5 volts nécessitent 4 à 8 mA au moins, ce qui est tout à fait suffisant pour faire fonctionner la DEL.

ASPECTS LIES AUX TENSIONS PLUS HAUTES

Dans les circuits comportant des tensions plus hautes, la diminution de la puissance devient encore plus importante. La figure 6 montre une alimentation 12 V courant continu pilotant une DEL en série avec une résistance limitatrice de courant. La différence en puissance totale du circuit est importante dès que l'on procède à une comparaison entre les DEL classiques et la DEL à courant faible.

Pour les DEL rouges standard :

Si $I_f = 20 \text{ mA}$, $P_d = I E = (20 \text{ mA}) (12 \text{ V}) = 240 \text{ mW}$
pour 10 unités, $P_d = (240 \text{ mW}) (10 \text{ DEL}) = 2,4 \text{ W}$

$P_d =$ Puissance dissipée

Pour les DEL rouges haut rendement :

Si $I_f = 10 \text{ mA}$, $P_d = I E = (10 \text{ mA}) (12 \text{ V}) = 120 \text{ mW}$
pour 10 unités, $P_d = (120 \text{ mW}) (10 \text{ DEL}) = 1,2 \text{ W}$

Pour les DEL à courant faible :

Si $I_f = 2 \text{ mA}$, $P_d = I E = (2 \text{ mA}) (12 \text{ V}) = 24 \text{ mW}$
pour 10 unités, $P_d = (24 \text{ mW}) (10 \text{ DEL}) = 240 \text{ mW}$

Comme il apparaît dans l'exemple ci-dessus, la consommation de puissance est diminuée d'un facteur de 5 à 10 dès que l'on remplace les DEL classiques par des DEL à courant faible.

Fournisseur	Référence	I_{OL} (mA)				Description
		- 40°C	25°C		85°C	
		Min.	Min.	Typ.	Min.	
Motorola	MC14049UB	3,6	3,2	6	2,6	Six tampons inverseurs
	MC14050B	3,6	3,2	6	2,6	Six tampons non-inverseurs
	MC14053B	2,3	2,1	2,3	1,3	Six tampons non-inverseurs à 3 états
RCA	CD4009A/ CD4009UB	3,6	3	4	2,4	Six tampons inverseurs
	CD4010A/ CD4010B	3,6	3	4	2,4	Six tampons non-inverseurs
	CD4041A/ CD4041UB	1,8	1,6	3,2	1,44	Tampon comparateur quad/vrai
	CD4049A/ CD4049UB	3,6	3	6	2,5	Six tampons inverseurs
	CD4050A/ CD4050B	3,6	3	6	2,5	Six tampons non-inverseurs
National	CD4049C	4,6	4	5	3,2	Six tampons inverseurs
	CD4049M	5,6	4,6	5	3,2	Six tampons inverseurs
	CD4050BC	4,6	4	5	3,2	Six tampons non-inverseurs
	CD4050BM	5,6	4,6	5	3,2	Six tampons non-inverseurs
	MM70C95/ MM80C95 MM70C97/ MM80C97	4,35	4,35	—	4,35	Six tampons à 3 états
	MM70C96/ MM80C96 MM70C98/ MM80C98	4,35	4,35	—	4,35	Six inverseurs à 3 états

FIGURE 5 – Circuits-tampons (Buffers)/de commande CMOS

TELECOMMUNICATIONS

Dans les applications du domaine des télécommunications, il n'y a que peu de courant disponible pour piloter les accessoires d'un téléphone. La moindre consommation de la DEL à courant faible la rend idéale pour les télécommunications. Le schéma simplifié de la figure 9 décrit la signalisation dans un téléphone classique. Lorsque le téléphone est raccroché, le circuit est ouvert et aucun courant ne circule. Dans ces conditions, un appel déclenche le générateur de sonnerie pour qu'il alimente cette dernière. Lorsque vous soulevez le combiné, le téléphone entre en fonction. A cet instant, le courant peut circuler et l'utilisateur peut parler à celui qui l'appelle en employant l'émetteur et le récepteur.

Lorsque le combiné est raccroché, le téléphone ne consomme pratiquement aucun courant. Autrement, le central détecte une anomalie. Quand le téléphone est décroché et utilisé, il doit tirer 20 mA au minimum et 135 mA au maximum. De même que lorsque le téléphone est raccroché, le central détecte une anomalie si les courants sont en dehors de l'intervalle admissible. La DEL à courant faible peut être particulièrement efficace compte-tenu du courant limité dont on dispose pour les applications comme l'éclairage du bord du cadran, l'éclairage des touches ou d'autres voyants ou indicateurs sans avoir besoin de faire appel à une alimentation externe.

Dans le cas des systèmes à standard manuel d'abonnés, le constructeur du système fournit habituellement une alimentation supplémentaire destinée aux fonctions non-alimentées par le système électrique du central, voyants par exemple. Cette alimentation varie d'un constructeur à l'autre mais pour le message précisant que le combiné est raccroché, le courant disponible est typiquement limité. Une application idéale de la DEL à courant faible est l'affichage de l'état des lignes sur le tableau d'un standard manuel d'abonnés. Les autres applications sont les DEL d'indication de présence de message pour les téléphones des hôtels ou les DEL précisant l'état occupé sur la console d'une opératrice de standard manuel privé. Chaque DEL de la console est associée à un poussoir que l'opératrice peut manœuvrer pour lancer un appel destiné à un poste déterminé. La DEL lui précise si le poste est libre ou occupé.

NOTE : puisqu'une interface d'un central donné peut varier et peut donc modifier le courant électrique fourni, les spécifications individuelles de chaque système doivent être examinées. Dans la plupart des pays, le raccordement d'équipements aux réseaux téléphoniques est réglementé par une administration.

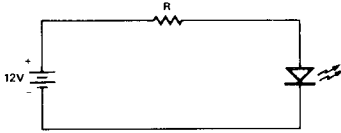


FIGURE 6 – Circuit d'une DEL avec alimentation 12 V CC

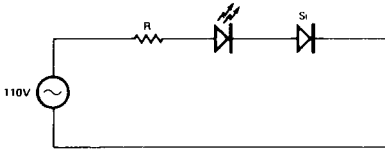


FIGURE 7 – Circuit d'une DEL avec alimentation 110 V CA

Sur le circuit de la figure 7, la DEL est alimentée par une tension alternative de 110 V; elle est protégée par une diode au silicium et par une résistance limitatrice de courant.

La puissance dissipée par la résistance, le composant qui utilise le plus de puissance, peut être calculée en supposant que les chutes de tension dans la DEL et la diode au silicium sont insignifiantes par rapport à l'alimentation 110 V :

$$R = \frac{V_{CRETE} - V_f - V_{Si}}{I_{CRETE}} = \frac{V_{CRETE}}{I_{CRETE}}$$

et

$$P_R = I_{EFF}^2 R = \frac{I_{CRETE}^2}{4} R$$

Les calculs des trois DEL sont repris à la table de la figure 8. On peut constater que tout en nécessitant une puissance moindre, la DEL à courant faible permet d'utiliser des résistances plus petites et de plus faible dissipation en watts pour économiser de la place et de l'argent.

DEL	I _{CRETE} (mA)	I _{EFF} (mA)	R (kΩ)	P _R (W)
Rouge standard (HLMP-3000)	20	14,1	7,8	0,75
Rouge haut rendement (HLMP-3300)	10	7,1	15	0,04
Courant faible (HLMP-4700)	2	1,4	7,8	0,08

FIGURE 8 – Calculs de la puissance pour un circuit CA

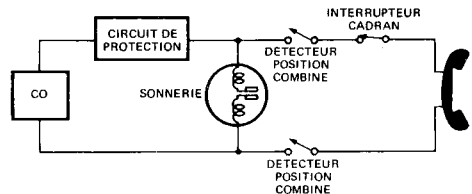


FIGURE 9 – Schéma simplifié d'un téléphone

BATTERIES

La diminution de la taille et du poids des alimentations a toujours été un des objectifs des concepteurs d'instruments et, en particulier, d'équipements portables. La diminution du courant de commande requis pour obtenir une visibilité et une brillance appropriées signifie que des alimentations plus petites et plus légères peuvent être employées sans sacrifier les performances ou sans qu'une alimentation déterminée soit surchargée, ce qui se traduit par une augmentation de sa durée de vie. C'est le cas de la batterie, une source électrique légère, portable et courante. Si, pour une pile de taille donnée, le débit demandé est plus faible, la durée de vie des piles est prolongée; par exemple, la figure 10 illustre quelques caractéristiques typiques de décharge pour différentes valeurs de la consommation que doit fournir une pile alcaline de type «C». Pour piloter 25 DEL classiques, l'alimentation doit fournir un courant direct de (25) (10 mA) = 250 mA. D'après la figure 10, une consommation de 250 mA doit typiquement épuiser la batterie en moins de 15 heures. En revanche, 25 DEL à courant faible demanderaient seulement un courant de commande de (25) (2 mA) = 50 mA. Dans ce cas, la caractéristique de décharge montre que la batterie durera 125 heures au moins à 50 mA.

Une autre possibilité est que la diminution des besoins de commande peut permettre d'employer des piles «AA» à la place du même nombre de piles «C» sans diminuer les performances. Le graphique de la figure 11 présente une caractéristique typique de débit d'une pile «AA». L'exemple précédent montre que la pile «C» peut avoir une vie utile de 15 heures lorsqu'elle alimente 25 DEL normales; si elle doit alimenter 25 DEL à courant faible, elle doit seulement fournir 50 mA. A la figure 11, on peut voir qu'un débit de 50 mA donnerait aussi une vie utile d'une quinzaine d'heures environ; on obtient donc le même service avec des piles dont la taille physique est non seulement plus réduite de 80% environ, mais qui sont aussi habituellement moins chères.

La figure 12 présente un tableau de piles alcalines courantes répertoriées d'après la spécification ANSI C18.1979. Ce tableau, qui est seulement limité aux piles courantes, précise les tensions et les dimensions approximatives. En plus de ces spécifications ANSI, le tableau donne aussi une liste comparative des capacités et des poids.

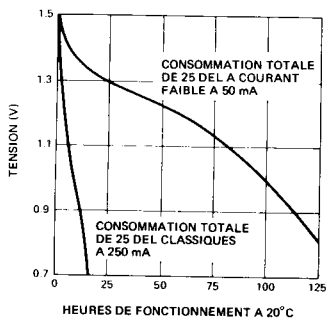


FIGURE 10 – Caractéristiques typiques de décharge d'une pile «C»

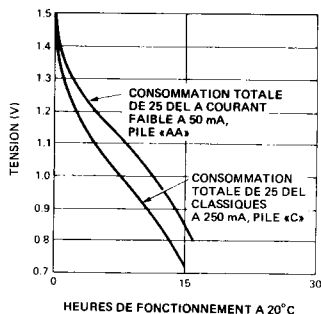


FIGURE 11 – Caractéristiques typiques de décharge des piles «AA» et «C»

Type de pile	Tension (V)	Capacité typique (mA/h)	Volume approximatif (cm ³)	Poids approximatif (g)
N	1,5	700	3,1	9,6
AAA	1,5	800	3,6	11,9
AA	1,5	1700	7,8	23,3
C	1,5	5000	26,1	64,9
D	1,5	10000	54,3	127
1604	9	500	20,6	48,9

FIGURE 12 – Types, capacités et poids des piles alcalines