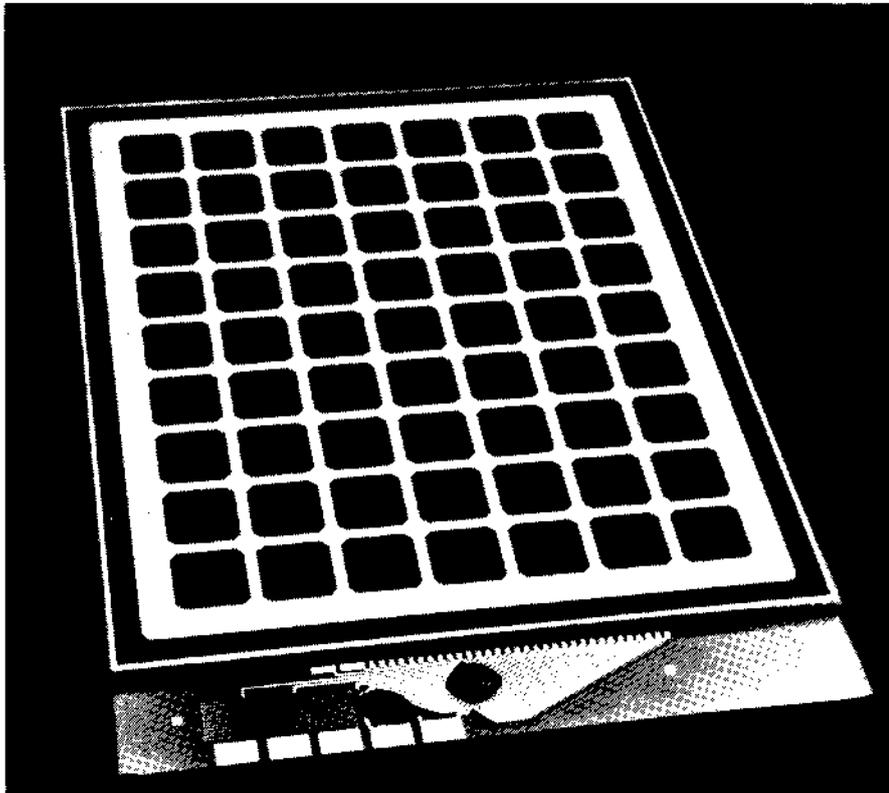


# La commande des afficheurs à cristaux liquides

par B. VELLIEUX

*Les afficheurs à cristaux liquides (LCD) ont conquis ces dernières années un marché important, et avec les améliorations constantes de la technologie, des exigences croissantes sont demandées à leurs circuits de commande. L'industrie des semi-conducteurs a, en conséquence, développé pour ces applications un nombre considérable de circuits, qui vont de la simple logique pour afficheurs 7 segments, jusqu'aux circuits de commande extrêmement sophistiqués pour dispositifs matriciels. Cet article a donc pour but de guider le concepteur dans le choix du circuit optimal.*

*Les cristaux liquides étant une technologie relativement complexe, on commencera par en rappeler les principes de fonctionnement, ce qui nous conduira à expliquer les contraintes particulières de leur commande ; on présentera alors les différents circuits disponibles sur le marché, regroupés par catégories. Cet article se terminera enfin par un aperçu sur l'avenir, avec l'intégration du circuit de commande sur le substrat de l'afficheur.*



Par rapport aux autres procédés d'affichage, les cristaux liquides se caractérisent par un certain nombre d'avantages, que nous rappelons brièvement :

- durée de vie importante (> 100 000 heures)
- faible consommation
- compatibilité avec les circuits CMOS
- contraste indépendant de la luminosité ambiante
- souplesse du graphisme : chiffres 7 segments, matrices de points, échelles graphiques (« bar graph ») symboles divers, etc...
- large gamme de dimensions ; de quelques mm à 30 cm.

## Principe de fonctionnement des afficheurs LCD

Les afficheurs à cristaux liquides sont des afficheurs passifs, c'est-à-dire qu'ils n'émettent pas intrinsèquement de lumière, mais se contentent de moduler la lumière incidente, de manière analogue à une diapositive projetée sur un écran. De ce fait, différents procédés sont possibles pour leur éclairage.

Sous leur forme fondamentale, les LCD sont des afficheurs fonctionnant par transmission (fig. 1 schéma a), qui nécessitent donc un éclairage par l'arrière. Une simplification du montage mécanique peut être obtenue par adjonction d'un réflecteur sur la face arrière (fig. 1 schéma b), qui réfléchit la lumière ambiante : ce procédé est du reste le plus souvent utilisé, car donnant d'excellents résultats même sous de fortes luminosités. Enfin, les deux modes d'éclairage précédemment cités peuvent être combinés par utilisation d'un réflecteur partiellement transparent (fig. 1 schéma c).

Indépendamment du mode d'éclairage, un afficheur LCD se compose toujours

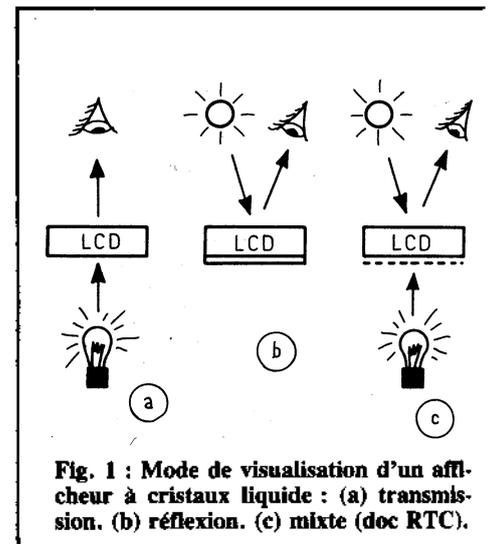


Fig. 1 : Mode de visualisation d'un afficheur à cristaux liquide : (a) transmission. (b) réflexion. (c) mixte (doc RTC).

de 2 lames de verre parallèles, séparées par une couche de cristal liquide épaisse de quelques microns ; on rappelle qu'un cristal liquide est une substance organique dont l'orientation caractéristique des molécules peut être modifiée, par une influence extérieure (champ électrique, par exemple). La surface intérieure des lamelles de verre est recouverte d'un film conducteur transparent (électrodes) dont la forme définit les symboles générés ; de plus, les surfaces sont traitées pour orienter les molécules de cristal liquide dans une même direction, parallèlement à la surface du verre.

A partir de ce principe, différents procédés technologiques sont possibles, que nous allons examiner rapidement.

### Technologie nématique en hélice (« twisted nematic » : TN)

C'est cette technologie qui est la plus diffusée actuellement, en particulier dans sa version avec polariseur : on la retrouve par exemple dans les afficheurs LCD de nombreux appareils de mesure.

Dans le procédé nématique en hélice, l'orientation provoquée par une des lamelles de verre est de  $90^\circ$  par rapport à l'autre : de ce fait, la couche de cristal liquide possède une structure en hélice dont l'angle vaut  $90^\circ$ . Cette organisation modifie donc le plan de polarisation de la lumière transmise par une rotation de  $90^\circ$ .

Un champ électrique appliqué entre deux électrodes opposées détruit la structure en hélice, et force les molécules à s'aligner parallèlement au champ (voir fig. 2b).

### Technologie sméctique

On exploite ici le phénomène de mémoire lors du changement de phase de cristaux sméctiques : chauffés, puis re-

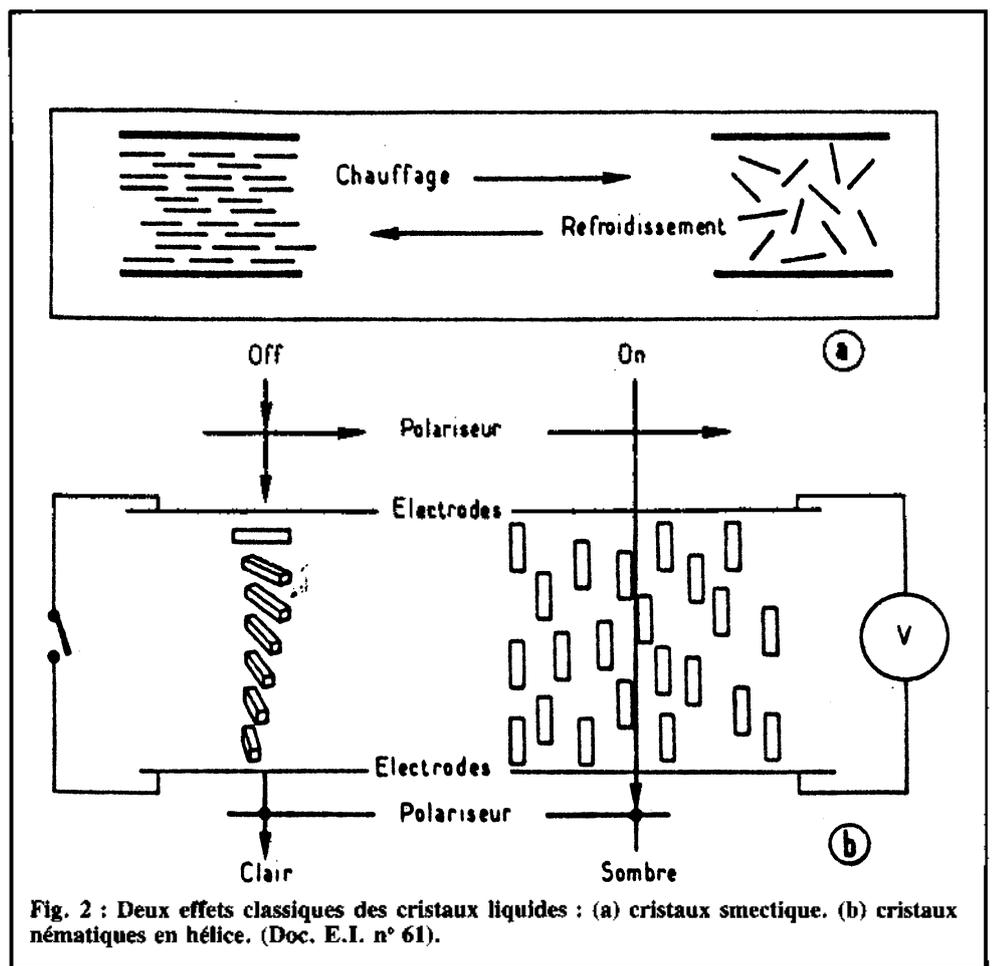


Fig. 2 : Deux effets classiques des cristaux liquides : (a) cristaux sméctiques. (b) cristaux nématiques en hélice. (Doc. E.I. n° 61).

froidis sans application de champ électrique, il sont diffusants (la phase sméctique est en effet désordonnée) tandis que la présence du champ électrique ordonne les molécules, état qui sera figé par refroidissement (voir fig. 2a).

Nous n'insisterons pas sur un procédé, qui est moins couramment utilisé.

### Technologie dichroïque (« guest-host »)

Les afficheurs dichroïques se caractérisent par la présence de colorants introduits dans les substances némati-

ques ou cholestériques. L'absorbance du milieu ses molécules colorées (« guest »), celles-ci étant entraînées par les molécules du milieu (« host ») : le résultat de ce changement d'orientation est la modification de la densité optique du matériau, et donc de la couleur transmise par le milieu (voir fig. 3).

Cette technologie se divise elle-même en différentes sous-familles, que nous ne détaillerons pas ici. On retrouve ce procédé sur le tableau de bord d'un modèle de la gamme R 11, car présentant un grand angle de visualisation, et surtout permettant la suppression de l'habituel polariseur (cellule « double Hillmeier ») ; en contrepartie, cette technologie très récente reste encore assez délicate à maîtriser.

### Commande des afficheurs

Fondamentalement, deux procédés peuvent être utilisés pour la commande d'afficheurs à cristaux liquides :  
— commande directe des électrodes  
— multiplexage

Ces deux procédés se retrouvent du reste dans les différents tableaux de circuits intégrés pour la commande d'afficheurs LCD.

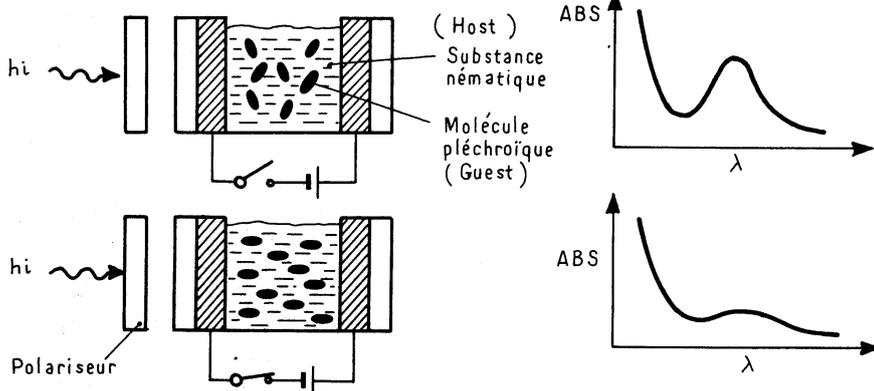


Fig. 3 : L'effet « guest-host » sur un afficheur dichroïque. (doc RTC).

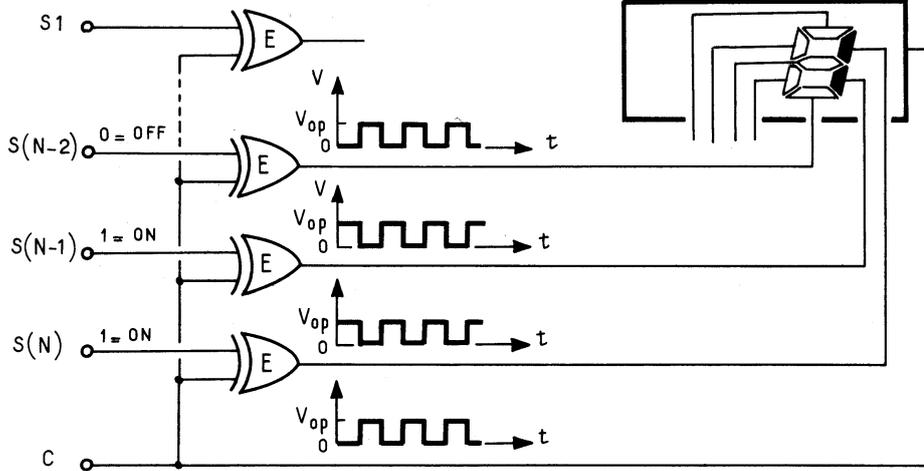


Fig. 4 : Circuit de commande pour afficheur LCD non multiplexé (doc RTC).

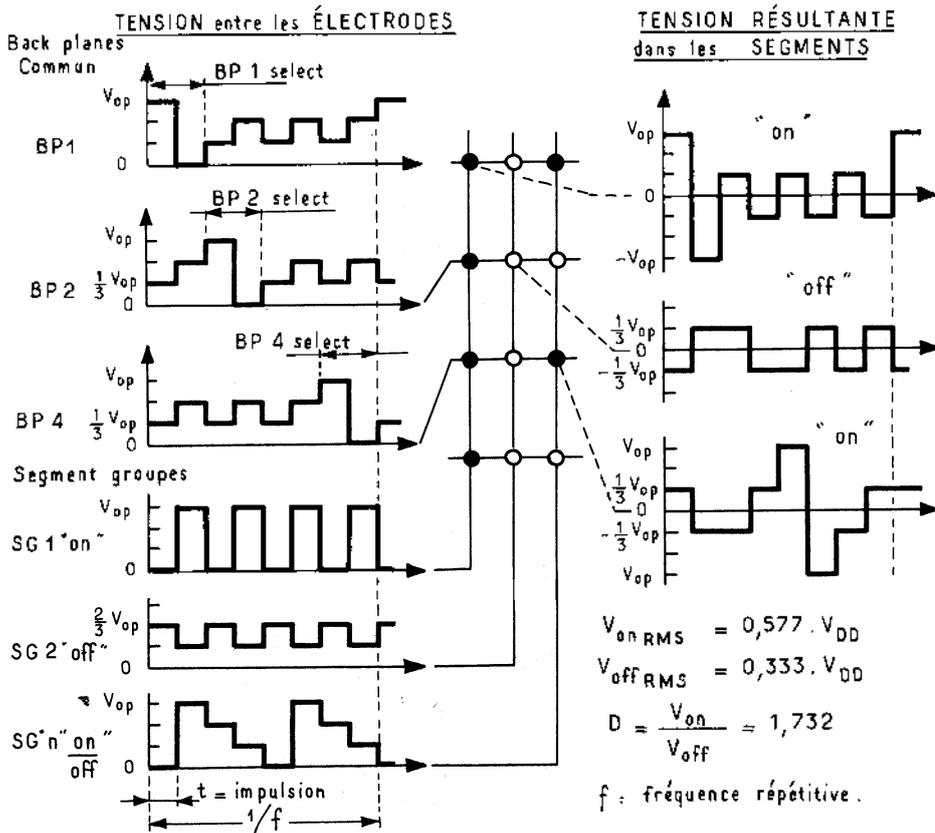


Fig. 5 : Caractéristiques des signaux de commande pour afficheur LCD multiplexé 4 : 1 (doc RTC).

Indépendamment du procédé adopté, il reste toutefois qu'un certain nombre de règles doivent être toujours vérifiées.

Les afficheurs à cristaux liquides doivent être commandés par une tension alternative, car une tension continue provoque des réactions d'électrolyse qui diminuent la durée de vie de l'afficheur: de ce fait, la composante continue éventuelle ne doit pas dépasser 100 mV. La fréquence de la tension de commande est également soumise à deux impératifs contradictoires: pour obtenir une stabilité suffisante de l'image et éviter la fatigue visuelle, cette fréquence ne doit pas descendre au-dessous de 30 Hz; réciproquement, avec la composante capacitive de l'impédance, la consommation augmente avec la fréquence, et celle-ci ne peut dépasser 200 Hz.

#### Commande directe (voir fig. 4)

Chaque segment est connecté séparément, et on utilise une commande par inversion de phase. Un signal carré est appliqué au « commun » (contre-électrode), le même signal étant appliqué sur chaque segment (électrode): la différence de tension entre la contre-électrode et les électrodes détermine le niveau de tension de commande de l'afficheur.

Lorsque les tensions de contre-électrode et d'électrodes sont en phase, le segment est éteint (« OFF »); lorsque ces tensions sont en opposition de phase, le segment est allumé (« ON ») et la tension efficace est alors égale à deux fois la tension de commande des circuits CMOS utilisés.

Ce mode de commande est généralement adopté pour les afficheurs ne comprenant qu'un nombre limité d'informations.

#### Commande multiplexée (voir fig. 5)

Ce procédé a pour but de réduire le nombre de connexions: la configuration des liaisons de l'afficheur est conçue pour avoir autant de « communs » que de segments reliés entre eux par la même électrode, et c'est le nombre de « communs » qui détermine le taux de multiplexage (voir fig. 6).

Les afficheurs LCD étant essentiellement des éléments capacitifs, on ne peut, comme dans les LED commandées par courant, avoir un état passant, ou au contraire totalement bloqué: les LCD nécessitent que la valeur efficace, de la tension alternative résultante à l'intersection ligne-colonne se situe soit au-dessous soit au-dessus de la tension de seuil  $V_s$  pour que le segment s'allume ou s'éteigne.

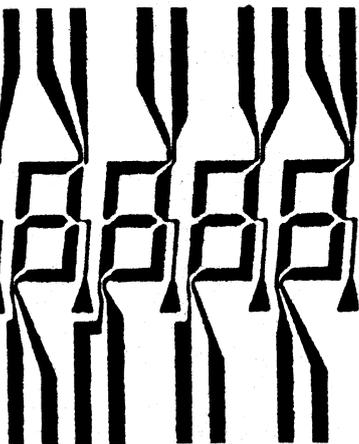


Fig. 6 : Disposition des électrodes sur un afficheur multiplexé 2 : 1 (doc RTC).

L'électronique de commande devra reconnaître à chaque instant chaque point de la matrice. La commande multiplexée d'un afficheur à cristaux liquides peut donc se définir comme étant la gestion de  $n \times m$  par  $n$  (lignes)  $\cdot$   $m$  (colonnes).

Le principal inconvénient du multiplexage est la limitation de la gamme de température, une diminution de l'angle de vision et une dégradation du temps de réponse.

## Les circuits de commande pour afficheurs à cristaux liquides

Les circuits actuellement disponibles sont regroupés en six catégories principales ; on notera que, malgré les efforts de documentation de l'auteur, il est impossible, de garantir l'exhaustivité totale, de sorte qu'il se peut que certains circuits récents aient été oubliés. Par ailleurs, on ne trouvera pas dans ces tableaux les nombreux micro-ordinateurs intégrés («single-chip microcomputer») qui comportent des circuits de commande pour LCD.

En même temps que la dénomination du circuit et le fabricant, ces tableaux indiquent également le mode de commande, qui peut être directe ou multiplexée.

La forme du boîtier n'est indiquée explicitement dans les tableaux que si le circuit n'est pas de type DTL 40 broches ; les boîtiers spéciaux éventuellement disponibles pour certains circuits, comme flat-pack (FP) ou chip (CP) sont également mentionnés le cas échéant.

La rubrique « Data In » (DI) distingue l'entrée série et l'entrée parallèle des informations, tandis que « Data Out » montre la présence d'une sortie. La mention « Latch » indique si les données introduites pour affichage sont stockées à l'intérieur du circuit, et le cas échéant, si les informations de sortie (ligne ou même image complète) sont maintenues.

La plupart des circuits présentés sont cascadables, aussi cette propriété n'est pas explicitement mise en évidence dans les tableaux.

La fréquence d'horloge est un facteur limitatif pour les circuits complexes, aussi cette caractéristique est mentionnée. La colonne « observations » contient des remarques spécifiques, comme le mode de commande, la structure de bus et les particularités de l'affichage.

Les figures 7 et 8 présentent les applications typiques de quelques-uns de ces circuits.

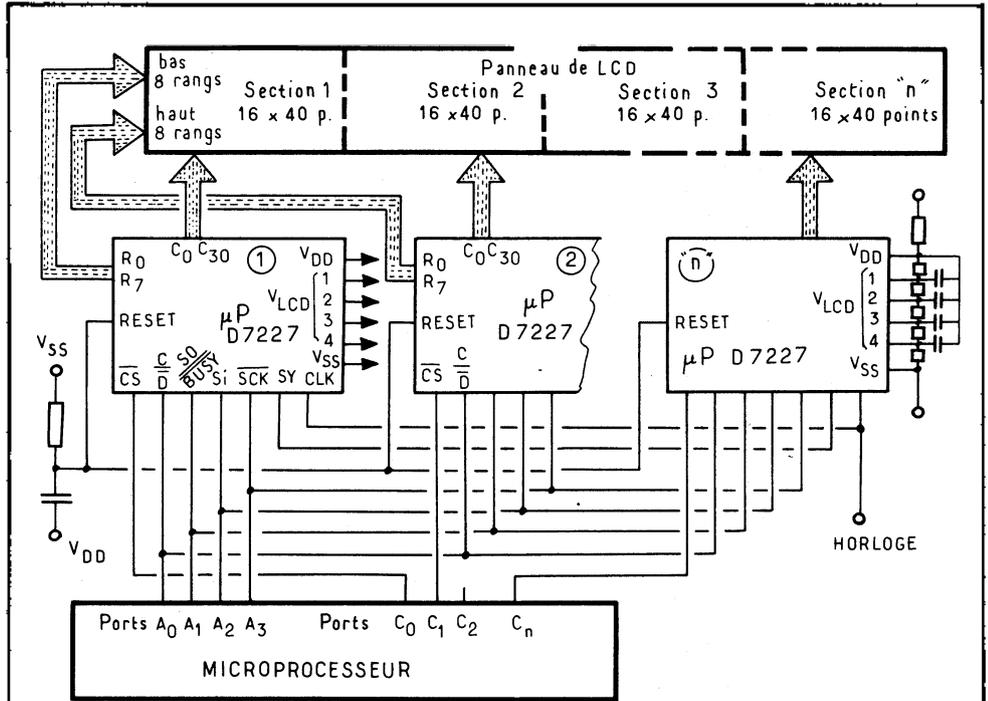
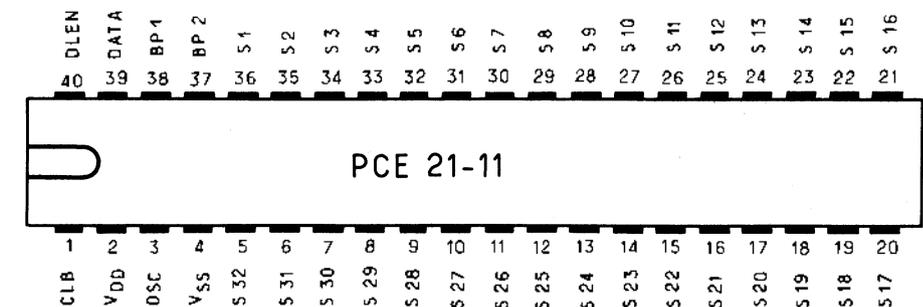
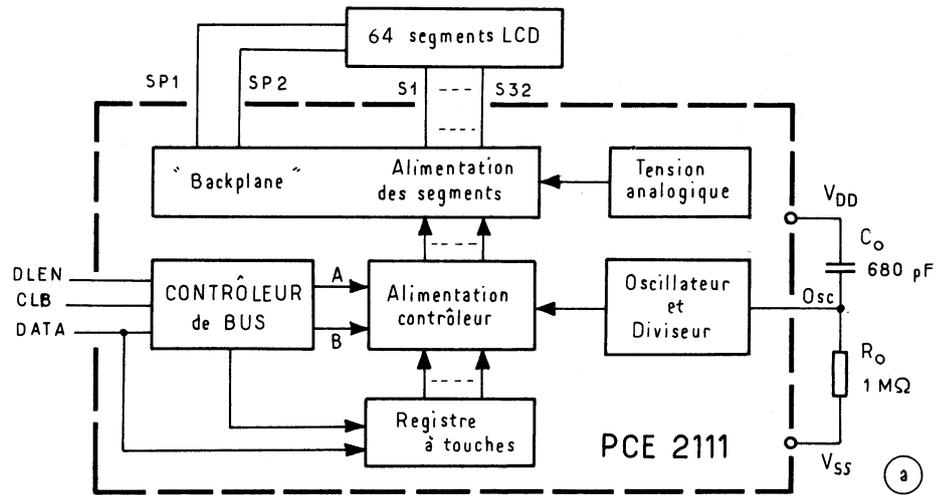


Fig. 7 : Mise en cascade de plusieurs circuits de commande pour contrôle d'afficheurs multiplexés à 16 rangées (doc NEC).

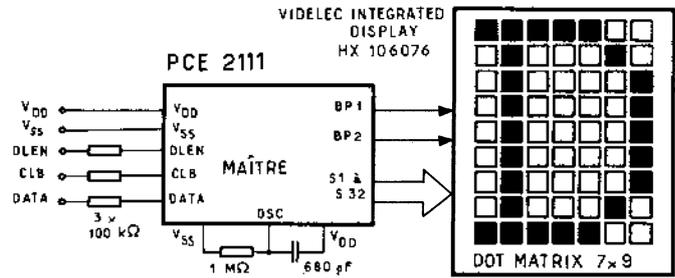


BRANCHEMENTS : Alimentation : 2. VDD (+) 4. VSS (-)  
Entrées : 3. OSC entrée OSC Sorties : 38 BP1 "Back plane", Alimentation  
CBus { 39. DATA données } (commun et LCD)  
40. DLEN données "ENABLE" S1 à S32. Sorties LCD  
1. CLB horloge

Fig. 8 : Synoptique et brochage d'un circuit de commande pour LCD (doc RTC).

**Tableau 1 : circuits universels statiques**

Type	Fabricant	Nombre éléments	Di	DO	Latch	Horloge	Observations
HLCD 0438	Hughes	32	ser.	ser.	oui	3 MHz	disponible également en chip  $U_b, U_{Lcd} = 3...18V$
équv. E 078	MEM						
équv. MM 58438	NS						
MD 4330	Mitel	30	ser.	ser.	non	3 MHz	
équv. MV 4330	Pleysey						Contrôle par lignes CBUS avec signal Data Enable. $U_b, U_{Lcd} = 2.25...6.5 V$ . Existe également en boîtier FP.
MD 4332	Mitel	32	ser.	ser.	non	3 MHz	
MV 4332	Pleysey						
MM 5452	NS	32	ser.	ser.	ser.	oui	
MM 5453	NS	33	ser.	ser.	ser.	oui	
MM 5483	NS	31	ser.	ser.	ser.	oui	
PCF 2112	RTC	32	ser.	ser.	—	100 kHz	



**Fig. 9 : Synoptique de l'afficheur Videlec HX 106076 (doc RTC).**

**Tableau 2 : circuits universels multiplexés**

Type	Fabricant	Commande	Nombre éléments	Pin	Boîtier	Di	DO	Horloge	Observations
<b>a) Latch = ligne =</b>									
LCD 365	Geet	Libre	8	16	DIL	Ser.	Ser.	3 MHz	Fréquence de commande quelconque par commut. analogique.
HD 44100	Hitachi	Stat. → 20:1	40	60	FP	Ser.	Ser.	0,4 MHz	$U_b/U_{Lcd} \leq 5:1$ (réglable) décalage gauche-droite possible. $U_b, U_{Lcd} = \pm 5 V$ .
HLCD 0488	Hughes	Stat. → 16:1	16x16 = 256	40	DIL, CP	4 Bit	—	1,5 MHz	Commande U/3, matrice 16x16.
HLCD 0538	Hughes	Stat. → 8:1	8x26 = 208	40	DIL, CP	Ser.	Ser.	1,5 MHz	Commande U/3, délivre interruptions pour chargement données extensible par HLCD 0539
HLCD 0539	Hughes	Stat. → 8:1	0x34	40	DIL CP	Ser.	Ser.	1,5 MHz	id HLCD 0538, mais permet extensions à 34 lignes, matrice 8xn
HLCD 0540	Hughes	Stat. → 32:1	32 lignes ou 32 colonnes	40	DIL, CP	Ser.	Ser.	1,5 MHz	Commande U/3, sortie interruptions, matrice 32+ n, sélection lignes seules ou colonnes seules.
HLCD 0541	Hughes	Stat. → 8:1	8x23 = 184	40	DIL, CP	4 Bit	—	1,5 MHz	Commande U/3, sortie interruptions, extension par HLCD 0542.
HLCD 0542	Hughes	Stat. → 8:1	0+ 23	40	DIL, CP	4 Bit	—	1,5 MHz	id HLCD 0541, mais permet extensions à 32 lignes, matrice 8+ n.
HLCD 0548	Hughes	Stat. → 16:1	16x16 = 256	40	DIL, CP	Ser.	—	1,5 MHz	Commande U/3, sortie interruption, matrice 16xn.
HLCD 0607	Hughes	Stat. → 4:1	4+ 30 = 120	40	DIL, CP	Ser.	—	1,5 MHz	Commande U/3, sortie interruption, matrice 4xn.
E 078 N	MEM	Stat. → 32:1	32	40	DIL, CP	Ser.	Ser.	3 MHz	Circuit de commande par colonnes, absence de sortie BP.
DOP 472	N S	3:1	3x12 = 36	20	DIL	Ser.	Ser.		
MM 58201	N S	Stat. → 8:1	8x24 = 192	40	DIL	Ser.	Ser.	0,1 MHz	U affichage réglable par résistance, programmation logique du nombre de BP et du mode de fonctionnement.
SM 804 K	Siemens	Stat. → 10:1	45 (10x35)	64	µ-Pack	5 Bit	Ser.	3 MHz	U affichage réglable par résistance, forme ultra-pla.
SM 1804 K	Siemens	Stat. → 10:1	45 (10x35)	64	µ-Pack	Ser.	Ser.	3 MHz	U affichage réglable par résistance, brochage conçu pour mise en cascade simplifiée.
<b>b) Latch = image =</b>									
HLCD 0515	Hughes		8x25	40	DIL, CP	Ser.	—		Commande V/4, entrée CS, programmation individuelle de chaque pixel, nombre de BP programmable.
PCE 2100	RTC	2:1	2x20 = 40	28	DIL, FP	Ser.	—	125 kHz	Commande U/3, contrôle CBUS (Data Enable), $U_b, U_{Lcd} = 2.25...6.5 V$ .
PCE 2110	RTC	2:1	2x30 = 60 + 2 LED	40	DIL, FP	Ser.	—	125 kHz	id.
PCE 2111	RTC	2:1	2x32 = 64	40	DIL, FP	Ser.	—	125 kHz	id.
PCF 85771	RTC	Stat. → 2:1	2x32 = 64	40	DIL, FP	Ser.	—	125 kHz	Commande U/3, interface Bus I <sub>2</sub> , incrémentable d'adresses, brochage conçu pour mise en cascade simplifiée.

**Tableau 3 : circuits universels multiplexés complexes**

Type	Fabricant	Commande	Nombre éléments	Broches	Boîtier	$U_b, U_{Lcd}$	Di	DO	Horloge	Observations
HD 44102 103	Hitachi	8:1, 12:1, 16:1, 24:1, 32:1	50 segm. 20 com.	60 44	FP FP	+5V, -5V	8 bits	8 bits	250 kHz	Commande graphique. Compatibilité µP. RAM est la reproduction de l'affichage.
HD 43160	Hitachi	7:1, 12:1	Contrôleur pour HD 44100	54	FP	+5 V	8 bits	Ser.	250 kHz	RAM de 80 mots pour code ASCII ou JIS. ROM de 180 caractères, extensible (alphanum + caractères japonais). 5x7 + curseur, ou 5x11 + curseur. Gère jusqu'à 80 caractères en 1 ou 2 lignes. Contrôleur pour HD 44100.

**Circuits universels statiques (voir tableau 1)**

Ceux-ci sont généralement formés d'un registre à décalage avec entrée série, d'une mémoire tampon et d'un étage de sortie pour la commande des afficheurs. Tous les circuits présentés dans ce tableau sont statiques (c'est-à-dire non multiplexés), cascadables et sont encapsulés dans un boîtier DIL 40 broches. En l'absence d'indications contraires, ils fonctionnent tous avec des tensions d'alimentation variant de 3 à 15 V.

**Circuits universels multiplexés (voir tableau 2)**

Ces circuits ressemblent à ceux du tableau 1 avec cependant la possibilité de multiplexer les afficheurs avec les niveaux de tension adéquats. De même que précédemment tous ces circuits fonctionnent entre 3 et 15 V, sauf indication contraire.

**Circuits universels multiplexés complexes (voir tableau 3)**

Ces circuits comportent une mémoire ROM de décodage, et une mémoire RAM pour le stockage des données à afficher. Ces deux éléments permettent la représentation d'images complètes en mode multiplexé, et simplifient considérablement la logique de préparation d'image. A l'exception d'un seul, tous ces circuits sont cascadables.

**Circuits avec décodage intégré (voir tableau 4)**

Ce tableau regroupe tous les circuits qui décodent des signaux binaires pour affichage, par exemple BCD-7

**Tableau 3 (suite)**

Type	Fabricant	Commande	Nombre éléments	Broches	Boîtier	U <sub>e</sub> , U <sub>CCD</sub>	DI	DO	Horloge	Observations
HD 44780	Hitachi	8:1, 11:1, 16:1	16x40	80	FP	+ 5 V (ajustable)	8 bits	8 bits	250 kHz	RAM de 80 mots pour matrice 5x7 ou 5x10. Commande 16 colonnes, 40 segments, extensible à 80 caractères avec HD 44100. 160 symboles alphanumériques, 32 symboles en ROM, RAM de 8 mots programmable. Lecture possible de la RAM par µP.
MM 58201	NS	Stat → 8:1	8x24	40	DIL	3...18 V	Ser.	Ser.	100 kHz	RAM 192 bits. Taux de multiplexage ajustable.
µPD 7225	NEC	Stat, 2:1, 3:1, 4:1	4x32	50	FP	+ 5 V	Ser.	Ser.	200 kHz	RAM 256 bits. Taux de multiplexage ajustable. Compatible µP. Idéal pour afficheur 8 segments numériques, et 15 segments alphanumériques.
µPD 7227	NEC	8:1, 16:1	8x40, 16x32	64	FP	+ 5 V	Ser.	Ser.	200 kHz	RAM 512 bits. Compatible µP. Permet affichage de matrices de points.
µPD 7228	NEC	8:1, 16:1	8x50, 16x42	80	FP	+ 5 V	Ser.	Ser.	200 kHz	RAM 800 bits pour graphique ou pour code ASCII/US. Décodeur alphanumérique et kana pour matrice (160 signes). Compat. µP.
LH 5003/5004	Sharp	8:1	8x30 8x40	60	FP	+ 5 V	8 bits	—	300 kHz	RAM 40 mots. Décodeur 128 signes pour matrice 5x7 + curseur.
PSB 7510	Siemens	4:1	20x8	64	µPack	2.5...6 V	5 bits	—	—	RAM 160 bits pour 20 positions 7 segments + curseur. Non cascadeable.

**Caractéristiques principales de l'afficheur HX 106076 (d'après une documentation RTC)**

**Visualisation**

- surface de l'afficheur : 76 cm<sup>2</sup>
- matrice 7x9
- hauteur d'un caractère élémentaire : 80 mm
- 64 segments
- gamme de température : - 25 à + 70 °C

**Caractéristiques électriques**

- rapport de multiplexage : 2:1
- tension d'alimentation : 2,25 V à 6,5 V
- faible consommation
- entrée série des informations
- contrôle par lignes CBUS

segments. Tous les circuits cités sont présentés en boîtier DIL 40 broches, à l'exception d'un seul ; tous sont cascadeables.

**Circuits pour échelle graphique (voir tableau 5)**

Ces circuits convertissent un signal analogique en son équivalent pour affichage sur échelle graphique (« bar-graph »). Tous ces circuits sont cascadeables.

**Circuits divers avec commande incorporée (voir tableau 6)**

On regroupe dans cette catégorie les circuits complexes comme les convertisseurs analogique numérique pour voltmètre numérique, ou les compteurs, qui intègrent le circuit de commande pour LCD sur la même « puce ». Tous ces circuits sont montés en boîtier DIL 40 broches et possèdent une commande statique.

**L'avenir : l'intégration directe sur afficheurs**

La société *Vidélec* (filiale commune *Philips-Brown Boveri*, représentée en France par *RTC*) a récemment introduit un afficheur à cristaux liquides référencé HX 106076 et incluant son propre circuit de commande : ce circuit intégré permet de gérer les segments de l'afficheur en mode duplexé (multiplex 2:1). Le HX 106076 est présenté à la figure 9.

La technologie adoptée est le report sur verre, ne nécessitant qu'un nombre limité de connexions, pour la mise en œuvre, et ceci indépendamment du graphisme de l'afficheur :

- 2 lignes pour l'alimentation
- 3 lignes pour la gestion

Les caractéristiques principales de ce produit sont présentées en encadré.

**B.V.**

L'auteur remercie les firmes citées pour leur collaboration, et plus particulièrement la société *RTC*.

**Tableau 4 : circuits avec décodage intégré**

Type	Fabricant	Commande	Nombre d'éléments	U <sub>e</sub> , U <sub>CCD</sub>	DI	Latch	Observations
HLCD 0437	Hughes	Stat.	4x7 - Seg.	3...15 V	4 Bit	Oui	BCD-7-Segment-Dec. 4x7-Bit-Latch, digit select
HLCD 7211	Hughes	Stat.	4x7 - Seg.	5 V	4 Bit	Oui	BIN, HEX, Code-B-7-Segment-Dec., Latch, digit select.
équiv. ICL 7211 équiv. TSC 7211	Intersil Teledyne						
équiv. ICM 7231 équiv. M 6231	Intersil MEM	3:1	8x7 - Seg.	5 V	4 Bit	Image	HEX, Code-B-7-Segment-Dec. + 2 caractères spéciaux/position entrée parallèle données/adresses.
équiv. ICM 7232 équiv. M 6232	Intersil MEM	3:1	10x7 - Seg.	5 V	Ser.	Image	HEX, Code-B-7-Segment-Dec. + 2 caractères spéciaux/position entrée série données/adresses.
équiv. ICM 7234 équiv. M 6234	Intersil MEM	3:1	5x18 - Seg.	5 V	Ser.	Image	ASCII-18-Segmt.-Déc. entrée série données/adresses.
équiv. ICM 7238 équiv. M 6233	Intersil MEM	3:1	4x18 - Seg.	5 V	6 Bit	Image	ASCII-18-Segmt.-Déc. entrée parallèle données/adresses
M 6001	MEM	Stat.	4x7 - Seg. + 4 CS	3...15 V	4 Bit	Image	BCD-7-Segmt.-Déc. + 4 caractères spéciaux.
CD 4511 43	NS	Stat.	1x7 - Seg.	3...15 V	4 Bit	Oui	BCD-7-Segmt.-Déc. avec Latch boîtier 16 broches
DF 411	Silconix	Stat.	4x7 - Seg.	3...8 V	4 Bit	Oui	BCD-7-Segmt.-Déc.

**Tableau 5 : circuits pour échelle graphique (« bar graph »)**

Type	Fabricant	Nombre éléments	Broches	Boîtier	U <sub>e</sub> , U <sub>CCD</sub>	DI	Observations
LM 3915	NS	10	18	DIL	3...25 V	analogique	Affichage logarithmique 3 dB/pas. Représentation point ou barre. Extensible jusqu'à 90 dB.
LM 3916	NS	10	18	DIL	3...25 V	analogique	VU-mètre. Représentation point ou barre. Extensible.
HEF 4754	RTC	18	28	DIL	3,18 V	analogique	Echelle avec valeur maximale ou préreprésentation point.

**Tableau 6 : circuits divers avec commande de LCD incorporée**

Type	Fabricant	Nombre éléments	U <sub>e</sub> , U <sub>CCD</sub>	DI	Observations
ICL 7126	Intersil	3 1/2 x 7 seg.	15 V	analogique	Convertisseur A/D. Consommation 100 µA.
ICL 7106	Intersil	3 1/2 x 7 seg.	15 V	analogique	Convertisseur A/D. Consommation 1,8 mA.
ICL 7116	Intersil	3 1/2 x 7 seg.	15 V	analogique	Convertisseur A/D. Consommation 1,8 mA. Display Hold.
ICM 7224	Intersil	4 1/2 x 7 seg.	15 V	impulsions	Compteur 15 MHz. Reset, Inhibit, Store.
MM 74 C 945	NS	4 x 7 seg.	5 V	impulsions	Compteur/décompteur 2 MHz avec latch.
MM 74 C 947	NS	4 x 7 seg.	5 V	impulsions	Compteur/décompteur 2 MHz avec suppression des chiffres non significatifs.