

GENERACIÓ VECTORIAL DE CARÀCTERS
ALFANUMÈRICS SOBRE T.R.C.

J. AMAT P. BRUNET

L'article presenta un mètode de traçat vectorial de caràcters alfanumèrics sobre tub de Raigs Catòdics. El fet d'haver escollit prèviament un conjunt restringit de vectors de diferents mòduls i pendents que permeten de generar -- tots els caràcters del codi ASCII fa que les necessitats de memòria per a emmagatzemar la informació corresponent als diferents caràcters sigui raonable, amb una circuiteria força simplificada.

El problema principal d'aquesta representació és la deformació del grafisme -- dels caràcters deguda al filtrat que necessàriament es produeix en els circuits de deflexió. Això porta a la necessitat de minimitzar l'error màxim sobre la pantalla entre els caràcters real i desitjat, escollint l'òptima entre totes les maneres possibles de generació d'un caràcter. En aquest sentit, es dedueix un algorisme per a aquesta minimització, basat en l'estudi de l'error donat pels diferents colzes de les funcions tensió de deflexió-temps.

Els resultats que es presenten permeten de concloure que aquest mètode obté -- qualitats comparables als mètodes vectorials més sofisticats.

1. INTRODUCCIÓ

En el camp de l'automatització, adquireix cada vegada més transcendència la comunicació -- Home-Màquina.

Un dels elements cada cop més utilitzats, -- són les pantalles basades en un Tub de Raigs Catòdics (T.R.C.).

El T.R.C. es comença a utilitzar el 1897, -- per a observar les deflexions del feix lluminós per a una senyal elèctrica. A partir de les hores, s'ha anat utilitzant, tant en instrumentació, com en TV, o Radar. Es el 1957 que es comencen a utilitzar mètodes de generació alfanumèrica per a complementar l'informació gràfica representada sobre un T.R.C.

A l'actualitat, la representació sobre pantalla de la informació és usual a tots els centres de càlcul, ja que té l'avantatge, en primer lloc, de disposar la informació sobre un suport electrònic, cosa que permet un -- temps d'accés molt reduït, i, en segon lloc, l'absència d'elements mecànics, dóna una silenciositat de funcionament i una fiabilitat superior a d'altres terminals.

Els mètodes actualment emprats són, el traçat per matriu de punts i el mètode vectorial.

Els mètodes de traçat per matriu de punts, /1/, es basen en la il·luminació pulsant -- del feix del T.R.C., que recorre la pantalla amb un escombrat tipus TV, segons la informació obtinguda de la memòria generadora dels caràcters.

Aquest procediment presenta els avantatges d'utilitzar monitors standard de TV, cosa -- que comporta els baixos costos derivats de les fabricacions de grans sèries, i per altra banda, la simplificada estructura dels circuits generadors, en disposar de memòries integrades per a la generació dels caràcters (ROM), cosa que simplifica molt l'equip. Aquests avantatges fan que actualment sigui el mètode de generació més utilitzat, amb -- el format de 5x7 punts, a pesar de la poca qualitat de representació. Aquesta qualitat es pot millorar apreciablement, augmentant el nombre de punts de la matriu, figura 1, o efectuar en alguns caràcters, petits desplaçaments d'algunes files, /2/.

La representació gràfica en canvi, és de bo

- J. Amat i P. Brunet de l'Institut de Cibernètica, Universitat Politècnica de Barcelona. Barcelona.
- Article rebut el Desembre de 1977.

na qualitat, però requereix molta informació, cosa que dificulta el fet de mantenir-la en memòria.

Per a obtenir una gran qualitat de representació alfanumèrica, s'utilitza el traçat vectorial. Existeixen dues formes fonamentalment diferents de traçat vectorial: la generació a velocitat del traç variable, i a velocitat constant, /3/.

Al primer cas, cada vector es pot definir per la diferència de coordenades entre els seus extrems, figura 2, obtenint els senyals X i Y necessaris per a efectuar la deflexió del feix, a base d'integrar durant un interval de temps constant els valors analògics dels increments Δx i Δy . En aquest cas la velocitat en el traçat és proporcional a la longitud del vector a obtenir, cosa que produeix variacions d'il·luminació de cada vector a la pantalla. Per a evitar aquestes variacions de lluminositat, cal efectuar una compensació segons la longitud del vector.

El mètode de generació a velocitat constant, requereix definir cada vector pel seu mòdul i argument, essent el temps d'integració proporcional al seu mòdul. Aquest mètode no és tan utilitzat, ja que resulta d'una complexitat superior a l'anterior.

Pensant en l'elevada qualitat de representació pròpia dels sistemes vectorials, es pot elaborar un mètode de generació alfanumèrica que suposa una apreciable simplificació

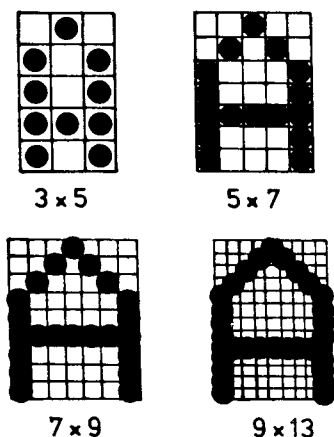


Fig.1 Generació de caràcters per matriu de punts.

sobre els mètodes vectorials actualment utilitzats, sense produir una pèrdua excessiva de qualitat en la representació.

Aquesta simplificació consisteix a formar els diferents caràcters amb una successió de vectors de longituds no massa diferents que generats a intervals de temps constants, permet de prescindir de la compensació de lluminositat.

Els vectors s'obtenen per integració d'un nombre limitat de pendents, que són llegits d'una memòria ROM adequada.

Per a establir les dimensions d'aquesta memòria, cal definir:

- El nombre de vectors que integren cada caràcter,
- El nombre de pendents possibles de cada vector,

nombres que han d'ésser al més reduïts possible, mantenint la qualitat mínima desitjada.

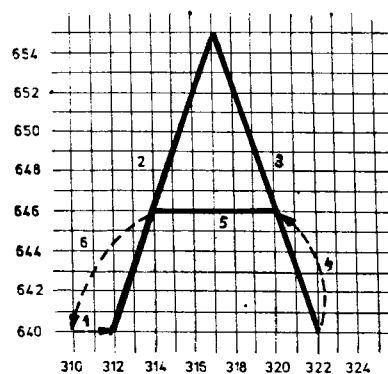
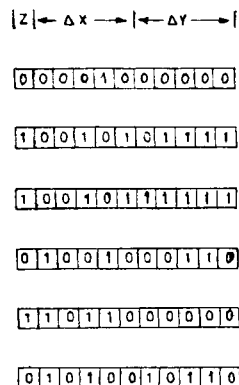


Fig.2 Generació vectorial a velocitat variable.

2. ELECCIÓ DEL NOMBRE DE VECTORS I DE PENDENTS

La diferent complexitat dels caràcters a representar, fa que no sigui fix el nombre mínim de vectors a utilitzar en cada cas. Per a aconseguir un temps d'escombrat de la pantalla independent dels caràcters que hi figurin, es pot establir un nombre de vectors fix per tots els caràcters, reblint amb vectors nuls en els casos necessaris.

Considerant, doncs, els caràcters de traçat més complex: B, Q, \$, &, Ø i 8, es veu que tant amb 8 com amb 10 vectors no és possible llur representació.

En canvi amb 16, que constitueix el nou nivell en què es produirà un escaló de complexitat, ja ho permet folgadamente. Donat que també es pot aconseguir amb 14, tal com es veu a la figura 5, això permet de començar i acabar cada poligonal amb un vector nul, cosa que permet d'efectuar el canvi de direccionament de les memòries i la translació del feix al nou origen del següent caràcter, sense problemes de transició.

Cal establir ara els pendents que es poden utilitzar per a generar els 14 vectors útils de les poligonals $x(t)$ i $y(t)$ associades a cada caràcter.

Donat que convé obtenir de la memòria generadora dels caràcters, els pendents ΔX i ΔY , - així com també el valor de Z corresponent a la possible il.luminació o no de cada vector, amb paraules de 8 bits (ja que és un format normalitzat en els senzills equips digitals) això suposa disposar de 4+3 bits per a la codificació dels pendents. Això fa que sols sigui possible d'utilitzar els pendents 0, ± 1 , ± 2 , ± 3 i ± 4 en un dels dos paràmetres.

El traçat correcte dels caràcters: A, # i 5, fa que sigui més convenient de prescindir dels pendents ± 3 de ΔY , /4/.

Queden, doncs, com a pendents utilitzables:

$$\Delta X \rightarrow 0, \pm 1 \pm 2 \pm 3 \pm 4 \quad (4 \text{ bits})$$

$$\Delta Y \rightarrow 0, \pm 1 \pm 2 \pm 4 \quad (3 \text{ bits})$$

que juntament amb el valor de Z , formaran --

les 16 paraules de 8 bits, per a representar cada un dels 64 caràcters del codi ASCII, cosa que suposa una memòria ROM de 1K de 8 bits.

3. DEFORMACIÓ DEL GRAFISME DEGUT AL SISTEMA DE TRAÇAT

El mètode de traçat alfanumèric que estem veient, ha de dibuixar els segments amb prou rapidesa per a evitar el parpelleig a la pantalla. Degut a que els sistemes de deflexió electrostàtica són més cars que els magnètics, s'utilitzen aquests últims, i això dóna lloc a problemes de deformació del grafisme causats per la inductància dels devanats deflectors. Com que un mateix caràcter admet diverses formes de ser traçat, i cada una d'aquestes dóna lloc a variacions temporals concretes $x(t)$, $y(t)$ de les tensions aplicades al sistema de deflexió, cal fer un estudi detallat de les poligonals $x(t)$, $y(t)$ associades a cada caràcter per tal de minimitzar la deformació.

De l'apartat 2 es dedueix que:

$$\left. \begin{aligned} x(t_0) &= x(t_{14}) = 0 \\ y(t_0) &= y(t_{14}) = 0 \\ x(t_i) - x(t_{i-1}) &\in \{0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4\} \\ y(t_i) - y(t_{i-1}) &\in \{0, \pm 1, \pm 2, \pm 4\} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

L'estudi exhaustiu de totes les poligonals que verifiquen les equacions (1) per tal de trobar-ne l'òptima per a cada caràcter, no és possible, donat el seu elevat nombre, -- que hom pot calcular de forma recurrent:

Si n_j^i és el nombre de poligonals diferents entre t_0 i t_i que parteixen d'altura $h=0$ i arriben a altura $h=j$ a t_i , (figura 3), existeix la següent relació entre $\vec{n}_i = (n_0^i \dots n_8^i)^T$ i $\vec{n}_{i+1} = (n_0^{i+1} \dots n_8^{i+1})^T$:

$$\vec{n}_{i+1} = [M] \vec{n}_i \quad (2)$$

$$m_{ij} = 1 \text{ si } |i-j| \leq 2 \text{ o } |i-j| = 4$$

$$m_{ij} = \gamma \text{ si } |i-j| = 3$$

$$m_{ij} = 0 \text{ si } |i-j| > 4$$

i $\gamma = 1$ per $x(t)$; $\gamma = 0$ per $y(t)$.

Com que $\vec{n}_0 = (1, 0, \dots, 0)^T$ el nombre N de poligonals diferents és $(M=TA^T \text{ on } A \text{ és diagonal})$:

$$N = n_0^{14} = (1, 0, \dots, 0) \vec{n}_{14} = \vec{n}_0^T [M]^{14} \vec{n}_0 = \vec{n}_0^T [T] [A]^{14} [T]^T \vec{n}_0 \quad (3)$$

això dona $N_x = 40735093141$ per a les poligonals $x(t)$, i $N_y = 1728176721$ per a les $y(t)$. Per tant, existeixen $N_x N_y = 70.39 \times 10^{18}$ -- formes diferents de recórrer el rectangle destinat a l'escriptura d'un caràcter, i -- això en fa inabordable l'estudi exhaustiu.

Veurem ara que l'anàlisi de les causes de -- la deformació ens permetrà una ordenació de les poligonals segons l'error que produeixen, i així podrem escollir per a cada caràcter les poligonals més adients.

Suposem que una funció poligonal del tipus de la de la figura 4 es fa passar per un -- filtre de primer ordre (circuits de deflexió), de funció de transferència

$$T(s) = \frac{1}{\tau s + 1} = \frac{\omega_0}{s + \omega_0}, (\omega_0 = 1/2\tau). \text{ Dient } \Delta_k \text{ al -- pendent entre } t_k \text{ i } t_{k+1},$$

$$\Delta_k = h(t_{k+1}) - h(t_k) \quad (4)$$

la separació entre el senyal filtrat i el -- no filtrat al punt V_0 es pot escriure com:

$$\begin{aligned} \epsilon_{V_0} &= \sum_{i=1}^n \Delta_i - \int_0^T \frac{1}{\tau} e^{-x/\tau} h(T-x) dx = \\ &= \sum_{i=1}^n \Delta_i \tau \left(e^{-\frac{i-1}{\tau}} - e^{-\frac{i}{\tau}} \right) = \sum_{i=1}^n m_i \Delta_i \end{aligned} \quad (5)$$

ja que la sortida és la convolució de la -- resposta impulsional per l'entrada. A l'equació anterior hem substituït, per tal d'integrar, $h(T-x)$ per la poligonal. Com ho podem veure, l'error és una combinació lineal -- dels pendents de la poligonal, amb coeficients

$$m_i = \tau \left[e^{-\frac{i-1}{\tau}} - e^{-\frac{i}{\tau}} \right]$$

Si suposem que el model del filtre és de se-- gon ordre, cosa que sembla més realista,

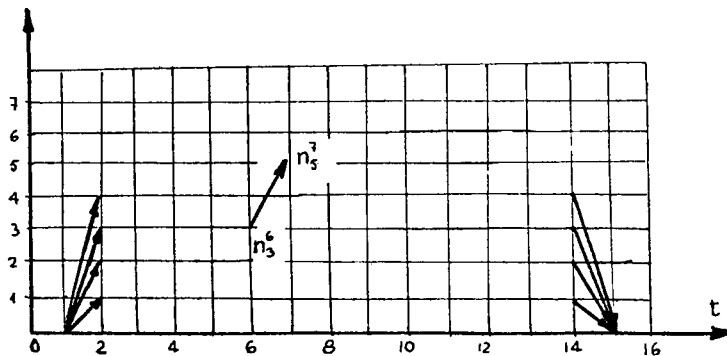


Fig.3 Poligonal de tensions de deflexió.

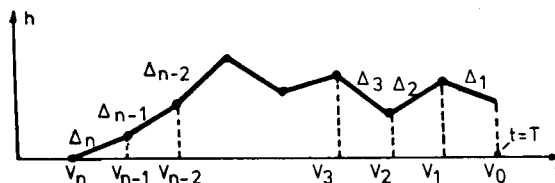


Fig.4 Filtrat segons les pendents

$$T(s) = \frac{\omega_0^2}{(s+\omega_0)^2}$$

i el mateix procés anterior condueix a,

$$\epsilon_{V_0} = \sum_1^n m_i^* \Delta_i$$

on

$$m_i^* = e^{-i\omega_0} \left[i + \frac{2}{\omega_0} - e^{\omega_0} \left(i - 1 + \frac{2}{\omega_0} \right) \right] \quad (6)$$

Si volem representar 1K caràcters amb una --
freqüència de 25 imatges/segon, cal, per a --
cada caràcter, un temps d'escriptura de --
40 μ s. A la figura 5 es veu la deformació --
progressiva d'unes quantes lletres (deguda a

aquest filtrat) per constants de temps τ de
0.2, 0.4, 0.8, 1.6 i 3.2 μ s (bandes passants
de 31.4 Mc, 15.7 Mc, 7.8 Mc, 3.9 Mc i 1.95 -
Mc) juntament amb els valors dels 3 primers
coeficients de les ponderacions de cada fil-
tre.

Veiem que, per tal que la deformació sigui a
ceptable, el sistema de deflexió ha de tenir
 $\tau < 0.5 \mu$ s. Per altra banda, per a aquestes
constants de temps m_3 (i m_3^*) és molt més pe-
tit que m_1 i m_2 (o m_1^* i m_2^*) i per tant podem
considerar un model de l'error on aquest no-
més depengui dels dos últims pendents:

$$\epsilon_{V_0} = m_1 \Delta_1 + m_2 \Delta_2 \quad (7)$$

Aquest model és vàlid per al càlcul de l'e--
rror a qualsevol vèrtex de la poligonal, i -

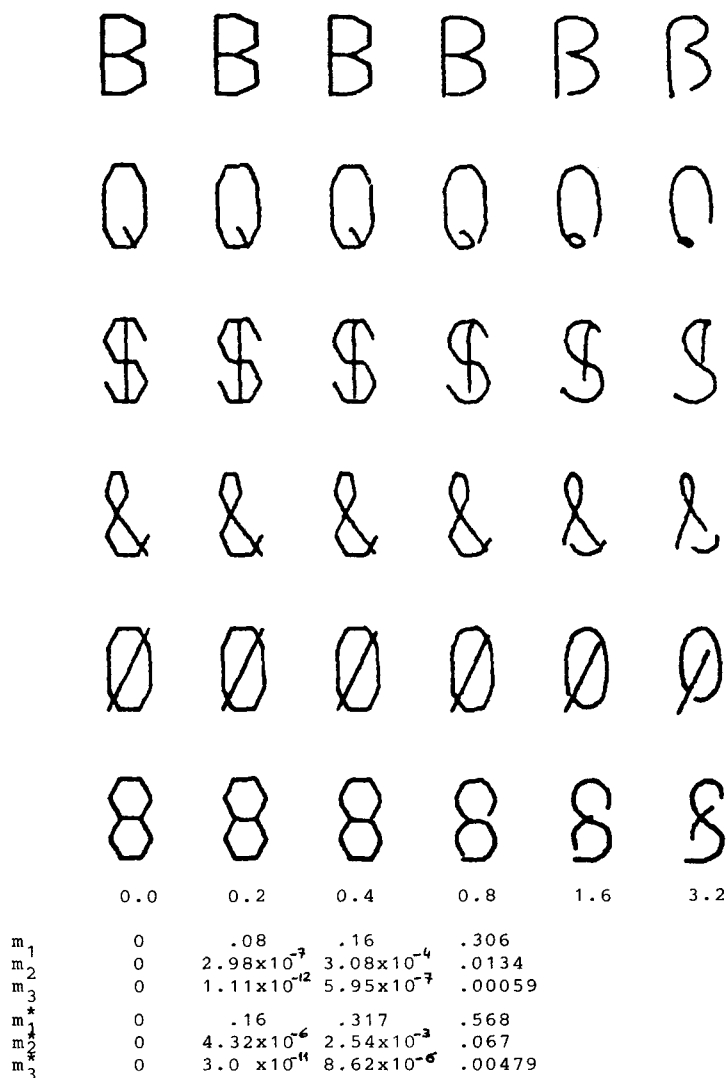


Fig. 5 Deformació de les lletres segons el filtre

el fet d'utilitzar un model de filtre de -- primer o de segon ordre només influeix en el càlcul de m_1 i m_2 .

Suposem que volem dibuixar un caràcter amb -- una desviació donada del traç respecte a la lletra ideal. Com que és segur que aquesta -- desviació màxima es produirà en algun vèrtex, i, per altra banda, ens interessa d'estudiar independentment els camins $X(t)$ e $Y(t)$ (l'es-- tudi és més senzill), podem assegurar l'ob-- tenció d'un caràcter amb les característi-- ques anteriors si està format per poligonals $X(t)$ e $Y(t)$ tals que l'error en qualsevol -- dels seus vèrtexs V_i és

$$|\varepsilon_{V_i}| \leq \frac{\varepsilon}{\sqrt{2}} \quad \forall V_i \text{ de } X(t) \text{ o } Y(t)$$

i segons el model vist de l'error, per a di-- buixar un caràcter amb error ε sols s'ha de complir,

$$|m_1 \Delta_{i_1} + m_2 \Delta_{i_2}| \leq \frac{\varepsilon}{\sqrt{2}} \quad (8)$$

$$\forall V_i \in \{X(t), Y(t)\}$$

4. OPTIMITZACIÓ DEL TRAÇAT

Tots els possibles parells de pendents suc-- cessius $\Delta_1 - \Delta_2$ o possibles colzes de formes -- diferents que podem trobar en una poligonal es poden representar en el pla $\Delta_1 - \Delta_2$ (figura 6). Imposar (i a partir d'ara suposem que -- treballam amb el camí $x(t)$ on $\gamma=1$) que

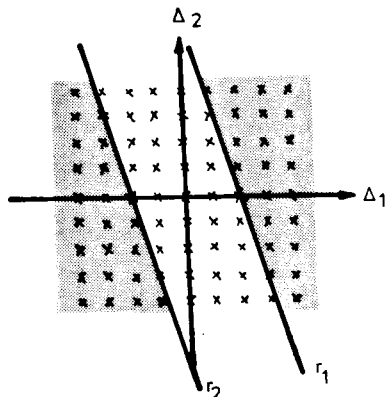


Fig. 6 Colzes permesos segons l'error

$$|m_1 \Delta_1 + m_2 \Delta_2| \leq \frac{\varepsilon}{\sqrt{2}}$$

per a tots els vèrtexs, és dir que només podem utilitzar els colzes compresos entre les rectes r_1 i r_2 (de pendent $-m_1/m_2$):

$$\left. \begin{aligned} r_1: m_1 \Delta_1 + m_2 \Delta_2 &= \varepsilon/\sqrt{2} \\ r_2: m_1 \Delta_1 + m_2 \Delta_2 &= -\varepsilon/\sqrt{2} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

(evidentment, per a ε petits, r_1 tendeix a r_2 , i podem utilitzar menys colzes).

Com ja ho hem vist abans, el problema de -- l'optimització del traçat és equivalent al de l'ordenació de camins segons l'error mà-- xim. Ara veiem que això s'aconsegueix sepa-- rant progressivament les rectes r_1 , r_2 i -- veient l'ordre en què van apareixent els -- colzes. Com que per a $\tau < 0.5 \mu s$, tant per al model de primer ordre com per al de segon -- ordre es compleix

$$\frac{m_1}{m_2} > .8$$

i l'ordre d'aparició de nous colzes en aug-- mentar ε és independent de m_1 i de m_2 . De -- tota manera, donat un error ε , no tots els colzes entre les rectes r_1 i r_2 es poden u-- tilitzar (per exemple, el $\Delta_1 = -3$ $\Delta_2 = 4$ a la -- figura 6 no pot pertànyer a cap poligonal -- ja que el vèrtex anterior al que hem estu-- diat tindria $\Delta_1 = 4$), i cal un mètode per a -- trobar quins dels colzes entre les rectes -- r_1 i r_2 realment s'utilitzen.

Suposem que, per a un cert error màxim ε , -- el nombre de poligonals diferents que sor-- tint d'altura $h=0$ a t arriben a altura h_j a t_1 passant per altura h_k a t_{1-1} , és a_{jk} ; per altra part les poligonals que arriben a h_i a t_{1+1} passant per h_j a t_1 és b_{ij} ; lla-- vors,

$$b_{ij} = \sum_k \delta_{ijk} a_{jk} \quad (10)$$

on el tensor δ_{ijk} és tal que

$$\delta_{ijk} = 0 \quad \text{si} \quad |m_1(i-j) + m_2(j-k)| > \frac{\varepsilon}{\sqrt{2}}$$

$$\delta_{ijk} = 1 \quad \text{si} \quad |m_1(i-j) + m_2(j-k)| \leq \frac{\epsilon}{\sqrt{2}}$$

($\delta_{ijk}=1$ si és possible de passar de h_k en t_{1-1} a h_j en t_1 i a h_i en t_{1+1}).

Això és pel camí $X(t)$; pel $Y(t)$ la definició de δ_{ijk} és la mateixa excepte que $\delta_{ijk}=0$ si $|i-j|=3$ o $|j-k|=3$.

Amb tot això anterior podem trobar el nombre N_9 de poligonals diferents que arriben a $h=0$ per t_{14} reiterant 14 vegades el càlcul de b_{ij} a partir de la matriu $[a_{ij}]$ corresponent a t_0 (aquesta és tal que $a_{11}=1$, $a_{ij}=0 \forall i, j \neq 1$):

$$N_9 = \sum_{k_1=1}^9 \sum_{k_2=1}^9 \dots \sum_{k_{13}=1}^9 \delta_{1k_1k_2} \delta_{k_1k_2k_3} \dots \delta_{k_2k_3k_4} \dots \delta_{k_{12}k_{13}1} \quad (11)$$

Restringint ara el problema a dimensió 8, -- trobarem N_8 , numero de poligonals diferents amb error més petit que $\epsilon/\sqrt{2}$ i que arriben, com a màxim, a altura h_8 :

$$N_8 = \sum_{k_1=1}^8 \dots \sum_{k_{13}=1}^8 \delta_{1k_1k_2} \dots \delta_{k_{12}k_{13}1} \quad (12)$$

I així la diferència $N_9^* = N_9 - N_8$ és el nombre de camins diferents que parteixen de $h=0$ en t_0 i arriben a $h=0$ en t_{14} , passant en algun instant intermedi per l'altura màxima h_9 . -- Això és particularment interessant ja que -- els caràcters que utilitzen $X(t)$, $Y(t)$ fins a h_9 són precisament els més complexos i de traçat més crític.

A la taula I es presenten els valors N_9^* en funció de ϵ , així com els colzes permesos -- per a cada error. (A la taula hi apareix -- l'error reduït $\epsilon^* = \epsilon/\sqrt{2} m_2$)

De l'observació de la taula I es pot deduir: No hi ha cap camí format amb pendents 0 i -- ± 1 ($\epsilon^* \leq 14$) que arribi a altura màxima.

Amb $\epsilon^*=15$ ja es permeten pendents ± 2 ; però fins que $\epsilon^*=19$ no apareixen camins amb pendents 0, ± 1 i ± 2 que arribin a altura màxima (la inclusió del colze (2,0) és fonamental). Aquests 169 camins són els òptims a -- quant a minimització de l'error.

Això permet d'agrupar els camins segons l'error ϵ^* màxim. Com podem observar a la taula II, tenim 17 grups $x_1 \dots x_{17}$ pel camí $X(t)$ i 9 grups $y_1 \dots y_9$ pel $Y(t)$. Per exemple, el -- grup x_{10} , que dona error $\epsilon^*=34$, permet els -- colzes (0,0)...(4,-3).

Ara, el que no es pot assegurar és que l'aparició simultània de diferents colzes (per -- exemple, el pas de x_9 a x_{10}) impliqui l'ús -- de tots els nous colzes en el nou grup (per -- exemple, no es pot assegurar que el colze -- (4,-4) aparegui en el grup x_{10} ; si, en canvi, hi apareix el (4,-3) en ser $N_{\epsilon^*=33}^* = N_{\epsilon^*=33}^*$). Per tant, cal un últim estudi de quins elements de δ_{ijk} -- quins colzes -- són superflus, entenent com a superflu un δ_{ijk} que en passar de 0 a 1 no modifica el valor de N_9 ni -- de N_8 .

Per això, cal convertir el càlcul de N_9 (o -- N_8) en un problema matricial de dimensió 81. En lloc de les matrius $[a]$ i $[b]$ de l'equació (10)

$$[a] = \begin{bmatrix} a_1^T \\ \vdots \\ a_9^T \end{bmatrix} \quad [b] = \begin{bmatrix} b_1^T \\ \vdots \\ b_9^T \end{bmatrix}$$

$$\text{on } \bar{a}_j = \left\{ \begin{matrix} a_{j1} \\ \vdots \\ a_{j9} \end{matrix} \right\} \quad (13)$$

treballarem amb els vectors \bar{a} , \bar{b} tals que --

$$\bar{a}^T = (\bar{a}_1^T, \bar{a}_2^T \dots \bar{a}_9^T),$$

$$\bar{b}^T = (\bar{b}_1^T, \bar{b}_2^T \dots \bar{b}_9^T),$$

i llavors l'equació (10) es transforma en:

$$\bar{b} = [M] \bar{a} \quad (14)$$

on

$$m_{ij} = \delta_{k_1k_2k_3} \quad \text{si}$$

$$9i-81E[(i-1)/9] - 8 \leq j \leq 9i-81E[(i-1)/9]$$

$$k_1 = E[(i-1)/9] + 1$$

$$k_2 = E[(i-1)/9] + 1$$

$$k_3 = j - 9E[(j-1)/9]$$

Taula I. Nombre de camins possibles en funció del error

$E^* = \frac{E}{\sqrt{2} m_2}$ $\frac{m_1}{m_2} = B$	NE de poretes (Δ_1, Δ_2) vàlids	X(i)			Y(i)	X(i)	Y(i)	Càlculs permesos (Δ_1, Δ_2) (acumulatiu) (Δ_1, Δ_2) \Rightarrow ($-\Delta_1, -\Delta_2$)
		N_3	N_6	N_4^*	N_4^*	N_4^* sense $\Delta=4$	N_4^* sense $\Delta=4,3$	
1	1	1	1	0	0	0	0	(0,0)
2	3	1	0	0	0	0	0	(0,1)
3	5	1	0	0	0	0	0	(0,2)
4	9	15605	15605	0	0	0	0	(0,3)
5	17	113634	113634	0	0	0	0	(1,1)
6	21	113634	113634	0	0	0	0	(1,2)
7	23	113634	113634	0	0	0	0	(1,3)
8	25	113634	113634	0	0	0	0	(1,4)
9	27	113634	113634	0	0	0	0	(2,-4)
10	29	113634	113634	0	0	0	0	(2,-3)
11	31	113634	113634	0	0	0	0	(2,-2)
12	33	113634	113634	0	0	0	0	(2,-1)
13	35	1195662	1195662	0	0	0	0	(2,0)
14	37	11055020	11055020	169	169	169	169	(2,1)
15	39	28320058	28320058	87268	87268	87268	87268	(2,2)
16	41	57020401	57020401	1738214	1738214	1738214	1738214	(2,3)
17	43	57020401	57020401	1738214	1738214	1738214	1738214	(2,4)
18	45	57020401	57020401	1738214	1738214	1738214	1738214	(3,-4)
19	47	57020401	57020401	1738214	1738214	1738214	1738214	(3,-3)
20	49	57020401	57020401	1738214	1738214	1738214	1738214	(3,-2)
21	51	146638831	141886675	4953156	4953156	4953156	4953156	(3,-1)
22	53	315982909	303232517	11850482	11850482	11850482	11850482	(3,0)
23	55	998821870	937053258	61188632	61188632	61188632	61188632	(3,1)
24	57	1641933334	1487200144	154735190	154735190	154735190	154735190	(3,2)
25	59	2360969044	2025152459	335816605	335816605	335816605	335816605	(3,3)
26	61	3033154197	2445830843	587323354	587323354	587323354	587323354	(3,4)
27	63	3033154197	2445830843	587323354	587323354	587323354	587323354	(4,-4)
28	65	4872456011	3875310485	997145526	997145526	997145526	997145526	(4,-3)
29	67	7530192668	5917404005	1612786663	1612786663	1612786663	1612786663	(4,-2)
30	69	11024417491	8533087918	2471329573	2471329573	2471329573	2471329573	(4,-1)
31	71	21955306482	16459089918	5496217293	5496217293	5496217293	5496217293	(4,0)
32	73	28427486163	210605274364	7822211799	7822211799	7822211799	7822211799	(4,1)
33	75	35948039446	237800809776	10167949670	10167949670	10167949670	10167949670	(4,2)
34	77	58092689593	25794859621	12298629972	12298629972	12298629972	12298629972	(4,3)
35	79	40736253834	25794859621	14942194213	14942194213	14942194213	14942194213	(4,4)
36	81							

camins millors $X(t)$, $Y(t)$ per a un cert caràcter és: començar provant si es pot representar amb camins $x(t)$ X , $y(t)$ Y segons la taula III; si no és possible, anem provant camins de grups cada cop més avall a la taula III, fins que sigui possible.

o simplificats diagrames, que poden completar la informació alfanumèrica, utilitzant per al conjunt de la informació representada un mateix codi.

La figura 8 mostra un exemple de les possibilitats d'utilitzar aquest codi ASCII modificat.

5. CONCLUSIONS

Procedint d'aquesta manera s'han configurat els diferents caràcters, i s'ha aconseguit una considerable millora de qualitat respecte als sistemes de traçat per a matriu de punts, figura 7, amb un equip d'estructura molt simplificada, encara que amb els inconvenients propis dels sistemes de traçat vectorial: la necessitat d'un sistema de deflexió ràpid.

Si s'efectuen unes modificacions dels caràcters del codi ASCII menys utilitzats, substituint els caràcters 28, 39 i 59 per determinats segments verticals i horitzontals, s'aconsegueix d'efectuar subratllats, requadres

Taula III. Colzes utilitzats a cada un dels grups

	Grup	ϵ^*	(4,4) (4,3) (4,2) (4,1) (4,0) (3,-1) (3,-2) (3,-3) (3,-4) (3,-5) (3,-6) (3,-7) (3,-8) (3,-9) (3,-10) (3,-11) (3,-12) (3,-13) (3,-14) (3,-15) (3,-16) (3,-17) (3,-18) (3,-19) (3,-20) (3,-21) (3,-22) (3,-23) (3,-24) (3,-25) (3,-26) (3,-27) (3,-28) (3,-29) (3,-30) (3,-31) (3,-32) (3,-33) (3,-34) (3,-35) (3,-36) (3,-37) (3,-38) (3,-39) (3,-40) (3,-41)
X(t)	X_1	19	x x
	X_2	20	x x x x
	X_3	21	x x x x x
	X_4	26	x x x x x x
	X_5	27	x x x x x x x
	X_6	28	x x x x x x x x
	X_7	29	x x x x x x x x x
	X_8	30	x x x x x x x x x x
	X_9	31	x x x x x x x x x x x
	X_{10}	34	x x x x x x x x x x x x
	X_{11}	35	x x x x x x x x x x x x x
	X_{12}	36	x x x x x x x x x x x x x x
	X_{13}	37	x x x x x x x x x x x x x x x
X_{14}	38	x x x x x x x x x x x x x x x x	
X_{15}	39	x x x x x x x x x x x x x x x x x	
X_{16}	40	x x x x x x x x x x x x x x x x x x	
X_{17}	41	x x x x x x x x x x x x x x x x x x x	
Y(t)	Y_1	19	x x
	Y_2	20	x x x x
	Y_3	21	x x x x x
	Y_4	35	x x x x x x
	Y_5	36	x x x x x x x
	Y_6	37	x x x x x x x x
	Y_7	38	x x x x x x x x x
	Y_8	39	x x x x x x x x x x
	Y_9	41	x x x x x x x x x x x

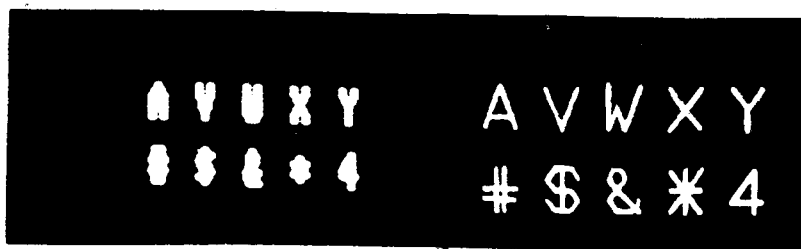


Fig. 7 Comparació entre el mètode presentat i el de matriu de punts.

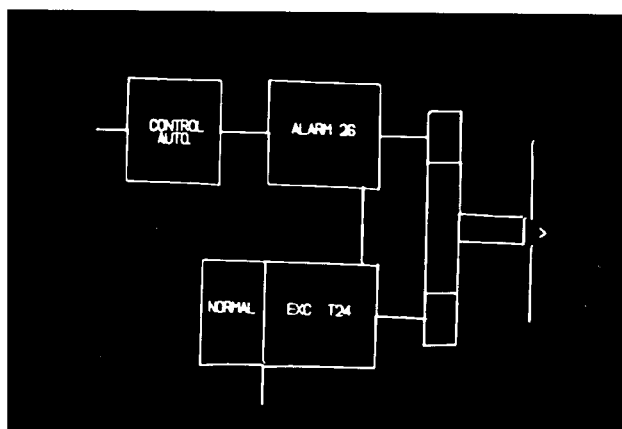


Fig. 8 Possibilitats gràfiques del mètode

6. REFERÈNCIES

- /1/ "Alphanumeric Displays Guide". The Electronic Engineer, Gener 1973.
- /2/ ROY, J.C. "A High-Resolution Raster Scan Display". Hewlett-Packard Journal. Gener 1975.
- /3/ LUXEMBERG, H.R., KUEHN, R.L. "Display -- Systems Engineering". McGraw-Hill.
- /4/ AMAT, J. "Aportación a los sistemas de - representación alfanuméricos y gráficos". Tesis Doctoral, U.P.B. Desembre 1976.

