

[106(1)]

3-

n° 106

Física

MESURA DE LA VELOCITAT DE PROPAGACIO D'UNA ONA ELECTRO  
NETICA EN UN CABLE COAXIAL. EFECTE DE LA IMPEDANCIA TER  
MINAL DEL CABLE.

Mesura de la velocitat de  
propagació d'una ona  
Sig: CC 4  
Registre: 60135  
CRP del Segrià

Departament d'Ensenyament  
LLEIDA

MATERIAL: 1 oscil.loscop de 60 MHz (va ser utilitzat un  
Hameg 605).

1 sonda passiva 10:1 (té una impedància d'entrada de 10 M $\Omega$   
per tal de no influir en el circuit que es mesura, així mateix  
té una bona resposta a altes freqüències).

1 generador d'impulsos (al final es dona l'esquema d'un gene-  
rador dissenyat per l'autor i utilitzat en l'experiència, les  
seves característiques son: freqüència = 3.57954 MHz ,  
amplada de l'impuls = 30 ns ).

Uns 7 metres de cable coaxial de 50  $\Omega$  d'impedància.

2 connectors BNC.

1 potenciómetre o resistència d'ajust de 1000  $\Omega$  .

Muntatge.

Esta representat en la figura 1. La sonda es conecta en pa-  
ral.lel amb el connector BNC de sortida.

Fonament.

A la pantalla de l'oscil.loscop veiem en tot moment els(figura 2)  
impulsos donats pel generador. Quand conectem el cable  
l'impuls es propaga i quand arriba a l'extrem "obert" del  
cable es reflecteix. En aquestes condicions l'impuls reflec-  
tit té la mateixa polaritat que l'incident. La conseqüència  
és que a la pantalla es veu l'impuls reflectit desplaçat a  
la dreta de l'incident (Figura 3). La distància que s'ha  
desplaçat respecte a l'impuls incident correspon al temps  
d'anar i tornar pel cable.

Càlcul de la velocitat.

En el cable coaxial la velocitat és el 70% de la velocitat  
de la llum en el buit o sigui uns  $2.1 \cdot 10^8$  m/s.

Si la longitud del cable és L i el temps de retard de l'im-  
puls reflectit és t la velocitat c vindrà donada per:

$c = 2L/t$  ,substituint els valors experimentals:

$c = 2 \cdot 6.894 \text{ m} / 65 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 2.12 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  , com que la preci-  
sió del Timebase de l'oscil.loscop és  $\pm 3\%$  el valor obtingut  
esta dintre de l'error experimental.

El temps de retard es calcula comptant el nombre de divisions  
i multiplicant pel Timebase:

$t = 1.3 \text{ DIV} \cdot 0.05 \mu\text{s/DIV} = 65 \text{ ns}$

Figura 1. Muntatge.

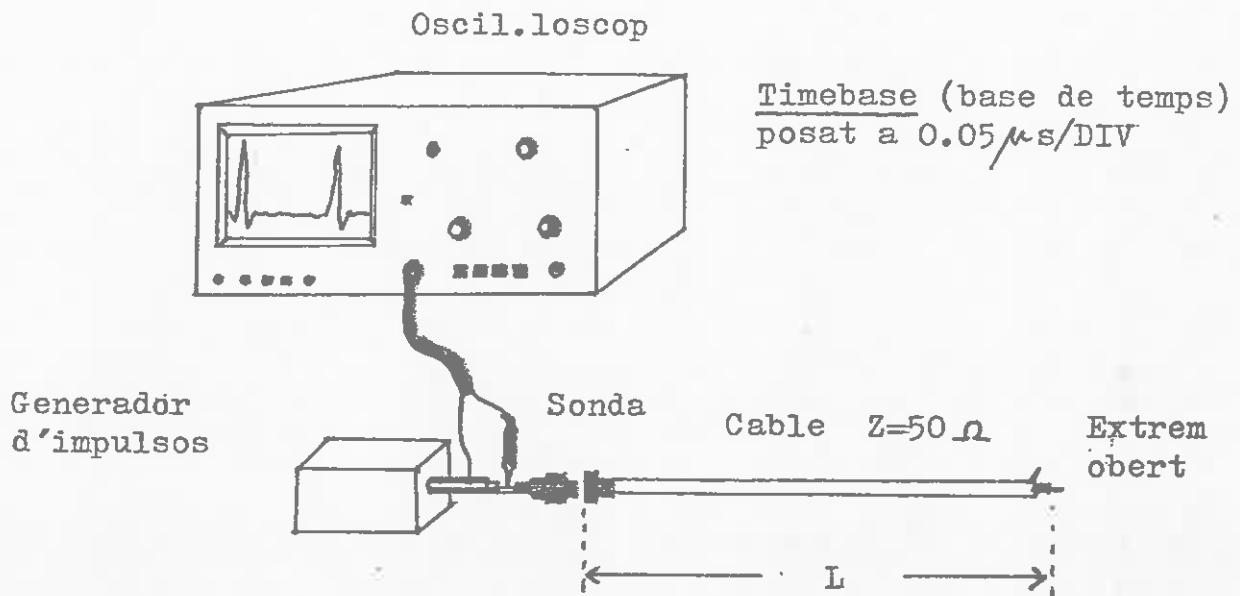


Figura 2.  
Imatge a tamany natu-  
ral de la pantalla  
abans de connectar el  
cable coaxial.

$T =$  periode

Timebase =  $0.05 \mu\text{s}/\text{DIV}$

$T = 0.279366 \mu\text{s}$

$L = 6.894 \text{ m}$

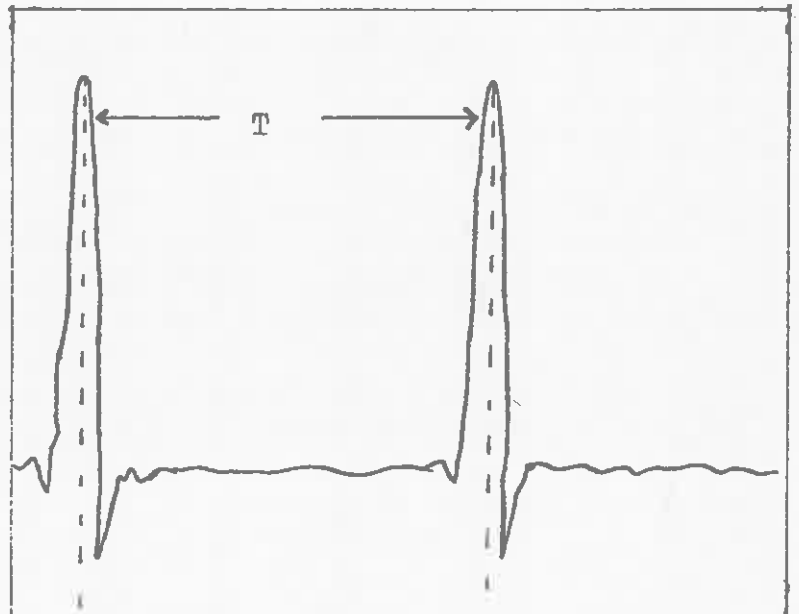
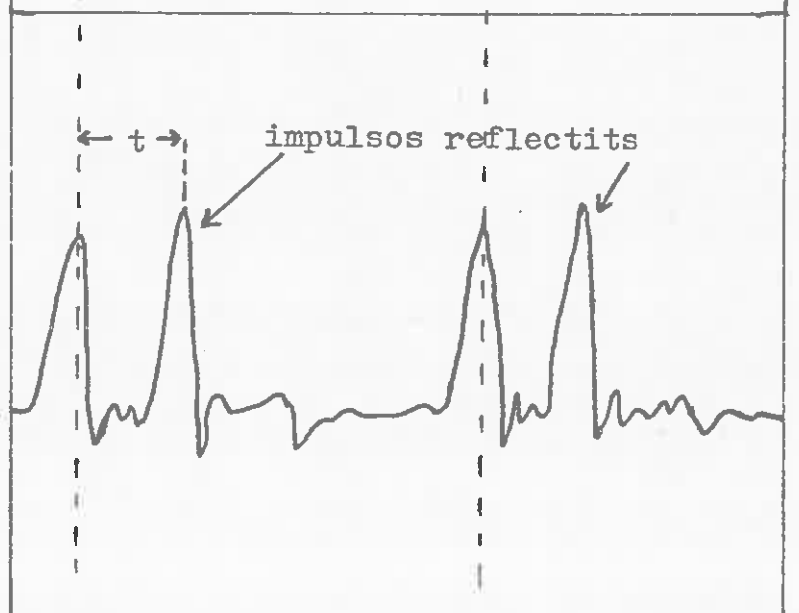


Figura 3.

Imatge després de  
connectar el cable.

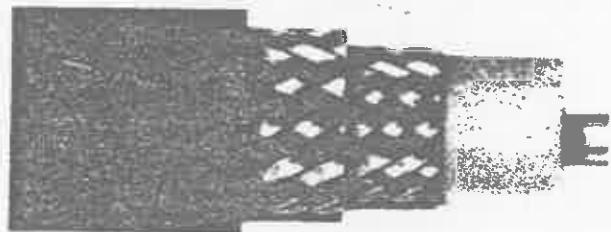
$t =$  temps de retard  
de l'impuls reflectit

$t \approx 1.3 \text{ DIV} \cdot 0.05 \mu\text{s}/\text{DIV} =$   
 $= 65 \text{ ns}$





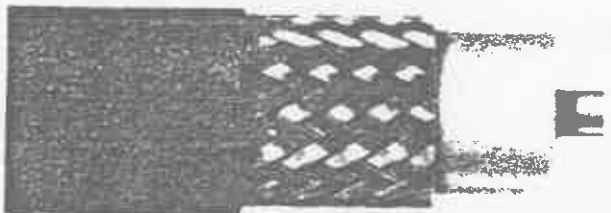
RG. 9 - 13



RG. 177



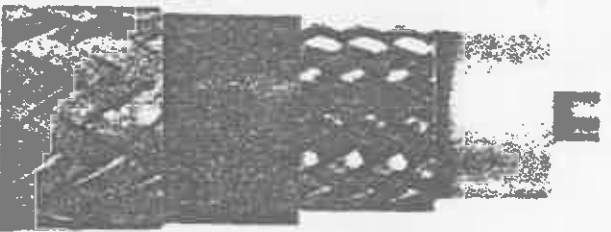
RG. 10 - 12



RG. 17 - 218



RG. 214 - 216



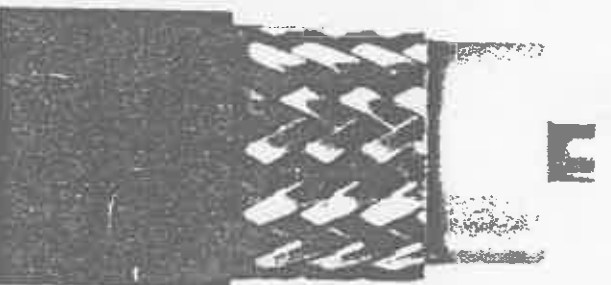
RG. 18 - 35 - 219



RG. 215



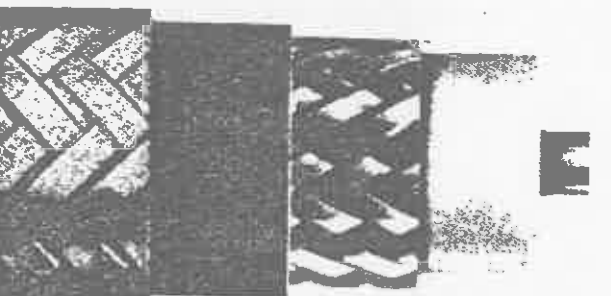
RG. 217



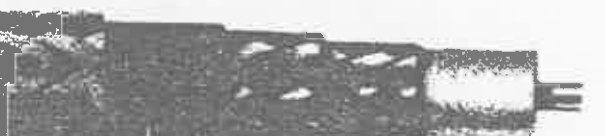
RG. 19 - 220



RG. 14



RG. 20 - 221



RG. 74

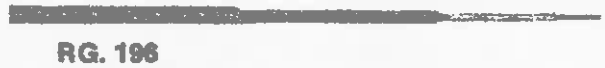
**PRACTICA**



**RG. 178**



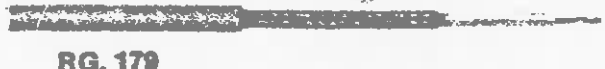
**RG. 58**



**RG. 198**



**RG. 59**



**RG. 179**



**RG. 302**



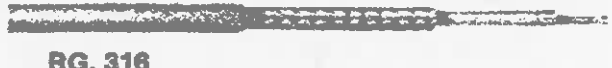
**RG. 187 - 188**



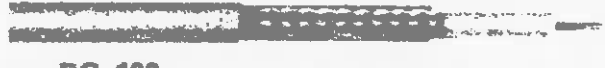
**RG. 303**



**RG. 195**



**RG. 316**



**RG. 180**



**RG. 223**



**RG. 142**



**RG. 5**



**RG. 174 - 316**



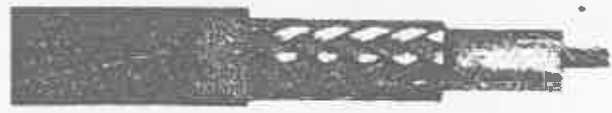
**RG. 6 - 21 - 212 - 222**



**RG. 122**



**RG. 55**



**RG. 8 - 11 - 213**

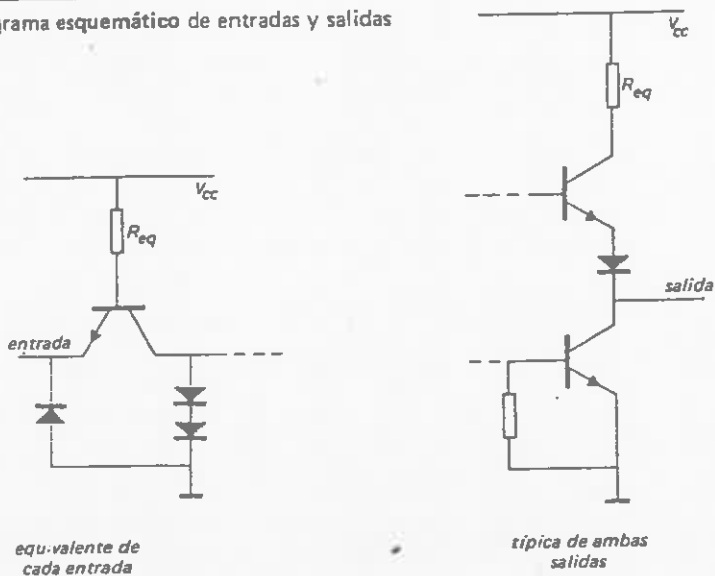
multivibrador monoestable

- 1 - SN 74121 N
- 4 - MC 74121 P
- 7 - ZN 74121 E
- 10 - FJK 101
- 13 - TL 74121 N

- 2 - F 74121 PC
- 3 - DM 74121 N
- 8 - N 74121 A
- 11 - FLK 101
- 14 - SF. C 4121 E
- 16 - TD 34121 AP
- 17 - GFB 74121 DP
- 18 -

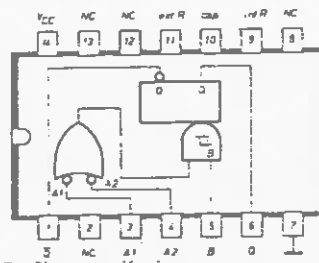
- 3 - F 9603 PC
- 6 -
- 9 - T 74121 B1
- 12 - MIC 74121 N
- 15 - SW 74121 N

Diagrama esquemático de entradas y salidas



equivalente de cada entrada

típica de ambas salidas



N. C.: Sin conexión interna.

**DESCRIPCION.**—Este dispositivo es un Multivibrador monoestable TTL con disparo c.c. a partir de entradas positivas o negativas "gated" (a través de puerta) y con facilidad de inhibición. Tanto los impulsos de salida positivos como negativos están preparados para aceptar hasta 10 cargas normalizadas.

El disparo se produce para un cierto nivel de tensión y no está directamente relacionado con el tiempo de transición del impulso de entrada. El circuito de entrada Schmitt de la entrada B permite un disparo libre de jitter desde las entradas con tiempos de transición de solo 1 voltio/segundo, proporcionando al circuito una excelente inmunidad de ruido típica de 1,2 V. Mediante un circuito latch interno se consigue una alta inmunidad de ruido  $V_{CC}$  de típicamente 1,5 V.

Una vez efectuado el disparo, las salidas son independientes de posteriores transiciones sobre las entradas y son únicamente función de los componentes de temporización. Los impulsos de entrada pueden ser de cualquier duración respecto al impulso de salida. La longitud de los impulsos de salida pueden ser variada desde 40 ns hasta 28 s eligiendo los componentes temporizadores adecuados. Sin componentes de temporización externa (ej., patilla 9 conectada a patilla 14, patillas 10 y 11 abiertas) se consigue un impulso de salida de típicamente 30 ns que puede usarse como señal de reset de disparo c.c. (dc triggered).

La anchura del impulso se consigue mediante compensación interna y es virtualmente independiente de  $V_{CC}$  y de la temperatura. En la mayoría de las aplicaciones, la estabilidad del impulso estará limitada únicamente por la precisión de los componentes externo de temporización.

La ausencia de jitter se mantiene en todo el margen de temperatura y  $V_{CC}$  para más de seis décadas de capacidad de temporización (10 pF a 10  $\mu$ F) y más de una década de resistencia de temporización (2 k $\Omega$  hasta 40 k $\Omega$ ). En todo estos márgenes la anchura del impulso viene definida por la relación  $t_p(out) = C_T, R_T \log_e 2$ .

Las prestaciones (performance) del circuito se consiguen con una disipación de potencia nominal de 90 mW a 5 V (ciclo de funcionamiento 50 %) y una disipación típica en reposo de 65 mW.

Utilizando  $R_T = 40$  k $\Omega$  se consiguen ciclos de funcionamiento de hasta 90 %. Puede llegarse a valores aún superiores pero permitiendo un cierto jitter en el ancho del impulso.

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO RECOMENDADAS

PARAMETRO	MIN.	TIP.	MAX.	UNID.
Tensión de alimentación $V_{CC}$	4.75	5.0	5.25	Volts
Margen de temperatura ambiente de funcionam.	0	25	70	$^{\circ}$ C
Carg. de salida de cada salida, N			10	U. L.
Tiempo de sub. y baj. entr. Schmitt (B) del impul. de entr.: entr. lóg. (A1, A2)			1.0	V/ $\mu$ s
Anchura del impulso de entrada	50			ns
Resist. de tempor. externa entre las patillas 11 y 14 (patilla 9 abierta)	1.4			k $\Omega$
Resistencia de temporización externa			40	k $\Omega$
Condensador de temporización	0		1000	$\mu$ F
Anchura del impulso de salida			40	s
Ciclo de funcionamiento: $R_T = 2$ k $\Omega$			67	%
Ciclo de funcionamiento: $R_T = 40$ k $\Omega$			90	%

Inversor séxtuple

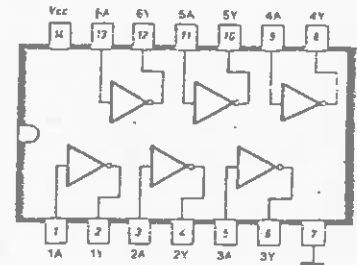
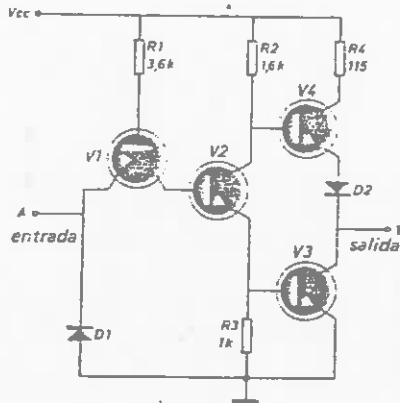
- 1 - SN 7404 N
- 4 - MC 7404 P
- 7 - ZN 7404 E
- 10 - FJH 241
- 13 - TL 7404 N

- 2 - F 7407 PC
- 5 - DM 7404 N
- 8 - N 7404 A
- 11 - FLH 211
- 14 - SF . C 404 E
- 16 - TD 3404 AP
- 17 - GFB 7404 BP
- 18 - μPB 7404 C

- 3 - F 9 N 04 PC
- 6 - DM 8004 N
- 9 - T 7404 B 1
- 12 - MIC 7404 N
- 15 - SW 7404 N

Diagrama esquemático

(cada inversor)



Lógica positiva:  $Y = \bar{A}$

Los valores de los componentes son típicos

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO RECOMENDADAS

PARÁMETRO	MIN.	TIP.	MAX.	UNIDADES
Tensión de alimentación $V_{CC}$	4.75	5.0	5.25	Volts
Margen de temperatura ambiente	0	25	70	$^{\circ}C$
Cargab. de salida norm. de cada salida, N			10	U. L.

CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS EN EL MARGEN DE TEMPERATURA EN FUNCIONAMIENTO (si no se especifica otra cosa)

SIMBOLO	PARAMETRO	MIN.	TIP. (2)	MAX.	UNIDADES	CONDICIONES DE PRUEBA (1)
$V_{IH}$	Tensión de entrada ALTA	2.0			Volts	Tensión entrada ALTA garantizada
$V_{IL}$	Tensión de entrada BAJA			0.6	Volts	Tensión entrada BAJA garantizada
$V_{OH}$	Tensión de salida ALTA	2.4	3.3		Volts	$V_{CC} = \text{MIN.}, I_{OH} = -0.4 \text{ mA}, V_{IN} = 0.6 \text{ V}$
$V_{OL}$	Tensión de salida BAJA		0.22	0.4	Volts	$V_{CC} = \text{MIN.}, I_{OL} = 16 \text{ mA}, V_{IN} = 2.0 \text{ V}$
$I_{IH}$	Corriente de entrada ALTA			40	$\mu A$	$V_{CC} = \text{MAX.}, V_{IN} = 2.4 \text{ V}$
$I_{IL}$	Corriente de entrada BAJA			1.0	mA	$V_{CC} = \text{MAX.}, V_{IN} = 5.5 \text{ V}$
$I_{OS}$	Corr. de salida cortocircuito (3)	-18		-55	mA	$V_{CC} = \text{MAX.}, V_{IN} = 0.4 \text{ V}$
$I_{CCH}$	Corriente alimentación ALTA		6.0	12	mA	$V_{CC} = \text{MAX.}$
$I_{CCL}$	Corriente alimentación BAJA		16	33	mA	$V_{CC} = \text{MAX.}, V_{IN} = 0 \text{ V}$
						$V_{CC} = \text{MAX.}, V_{IN} = 5.0 \text{ V}$

CARACTERÍSTICAS DE CONMUTACION ( $T_A = 25^{\circ} C$ )

SIMBOLO	PARAMETRO	MIN.	TIP.	MAX.	UNIDADES	COND. DE PRUEBA
$t_{PLH}$	Retardo Turn Off de entr. a sal.		12	22	ns	$V_{CC} = 5.0 \text{ V}$ $C_L = 15 \text{ pF}$
$t_{PHL}$	Retardo Turn On de entr. a sal.		8.0	15	ns	$R_L = 400 \Omega$ Ver nota:

NOTA: Los circuitos de carga y las ondas de tensión se indican en la página XXXVIII.

## ESQUEMA DEL GENERADOR D'IMPULSOS.

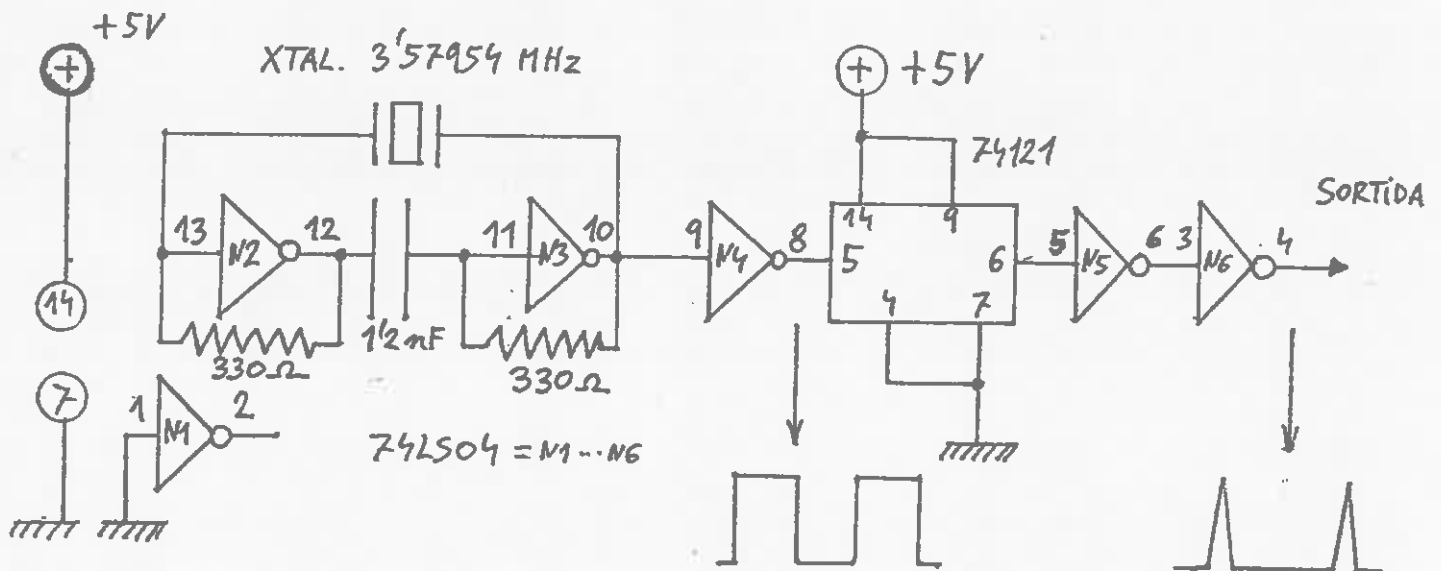
## Components:

- 1 cristall de quars de 3.57954 MHz.
- 1 CI 74LS04 o 7404.
- 1 CI 74121.
- 2 zocalos de 14 pots.
- 2 resistencies de  $330\ \Omega$  - 1/2 W.
- 1 condensador de 1.2 nF -ceràmic.
- 1 conector BNC.

El circuit s'ha d'alimentar a 5 V estabilitzats.

Dels 6 inversors que conté el 74LS04, s'en utilitzen 3 per fer un oscil.lador i 2 com a buffer de sortida. El que resta no s'utilitza.

El 74121 actúa com a monostable i la seva missió és convertir els impulsos de l'oscil.lador en impulsos molt més breus.



Al final es donen les característiques dels dos circuits integrats.

Lluís Nadal Balandras  
1985.

Si s'utilitza un generador que faci els impulsos més amples s'haurà d'utilitzar un cable més llarg per que si no els impulsos incident i reflectit es veuen superposats.

Efecte de l'impedància de l'extrem del cable.

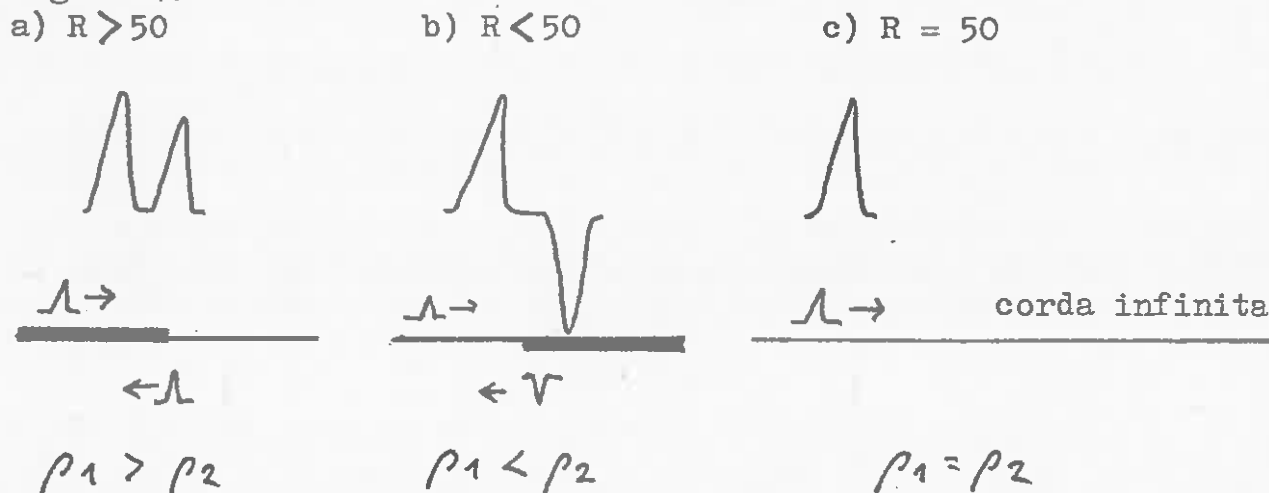
Si en comptes de deixar l'extrem del cable obert hi connectem una resistència variable o un potenciòmetre podem distingir tres casos:

- $R > 50 \Omega$ , en aquest cas l'impedància terminal és més gran que la del cable ( $Z=50 \Omega$ ), l'impuls reflectit té la mateixa polaritat que l'incident (figura 4). Es pot comparar a un impuls que es propaga en un sistema de dues cordes unides de diferent densitat: el cable seria una corda pesada i l'impedància una corda lleugera, l'impuls reflectit és de la mateixa polaritat.
- $R < 50 \Omega$ , ara el cable es comporta com una corda lleugera i l'impedància com una corda pesada, l'impuls reflectit està invertit (és de polaritat contrària) respecte a l'incident.
- $R = 50 \Omega$ , aquest és l'equivalent d'una corda infinitament llarga i per tant no hi ha impuls reflectit. L'impuls s'ha dissipat en la resistència.

Procediment.

Posem el potenciòmetre inicialment a  $1000 \Omega$  i anem disminuint la resistència, veurem que l'impuls reflectit va disminuint d'amplitud, arriba un moment on "desapareix", mesurem el valor de la resistència amb un polímetre i ens donarà uns  $50 \Omega$ , si continuem disminuint la resistència veurem que l'impuls reflectit torna a augmentar però està invertit respecte a l'incident.

Figura 4.





(10849)

**PRACTICA**

Código	Diámetro	Inclinación	Factor	Atenuación dB por 100 metros						
				0 MHz	2 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz	30 MHz
RG5	8,3	50	0,66	2,72	6,23	8,86	13,50	19,4	32,15	75,5
RG6	8,5	75	0,66	2,72	6,23	8,86	13,50	19,4	32,15	75,5
RG8	10,3	52	0,66	1,80	4,27	6,23	8,86	13,5	26,30	52,5
RG9	10,7	51	0,66	2,17	4,92	7,55	10,80	16,4	28,90	59,1
RG10	12,0	52	0,66	1,80	4,27	6,23	8,86	13,5	26,30	52,5
RG11	10,2	75	0,66	2,17	5,25	7,55	10,80	15,8	25,60	54,1
RG12	12,0	75	0,66	2,17	5,25	7,55	10,80	15,8	25,60	54,1
RG13	10,7	74	0,66	2,17	5,25	7,55	10,80	15,8	25,60	54,1
RG14	11,3	52	0,66	1,35	3,28	4,59	6,56	10,2	18,00	40,7
RG17	22,1	52	0,66	0,79	2,03	3,12	4,92	7,87	14,40	31,2
RG18	24,0	52	0,66	0,79	2,03	3,12	4,92	7,87	14,40	31,2
RG19	28,5	52	0,66	0,56	1,48	2,30	3,70	6,07	11,80	25,3
RG20	30,4	52	0,66	0,56	1,48	2,30	3,70	6,07	11,80	25,3
RG21	8,5	53	0,66	14,40	30,50	42,70	59,10	85,30	141,00	279,0
RG34	15,9	75	0,66	1,05	2,79	4,59	6,89	10,80	19,00	52,5
RG35	24,0	75	0,66	0,79	1,90	2,79	4,17	6,40	11,50	28,2
RG55	5,3	53	0,66	3,94	10,50	15,80	23,00	32,80	54,10	100,0
RG58	5,0	50	0,66	4,59	10,80	16,10	24,30	39,40	78,70	177,0
RG59	8,2	75	0,66	3,61	7,87	11,20	16,10	23,00	39,40	86,9
RG74	15,7	52	0,66	1,35	3,28	4,59	6,56	10,70	18,00	40,7
RG122	4,1	50	0,66	5,58	14,80	23,00	36,10	54,10	95,10	187,0
RG142	4,9	50	0,69	3,61	8,86	12,80	18,50	26,30	44,30	88,6
RG174	2,6	50	0,66	12,80	21,70	29,20	39,40	57,40	98,40	210,0
RG177	22,7	50	0,66	0,79	2,03	3,12	4,92	7,87	14,40	31,2
RG178	1,9	50	0,69	18,40	34,50	45,90	63,30	91,90	151,00	279,0
RG179	2,5	75	0,69	17,40	27,90	32,80	41,00	52,50	78,70	144,0
RG180	3,7	95	0,69	10,80	15,10	18,70	24,90	35,40	55,80	115,0
RG187	2,8	75	0,69	17,40	27,90	32,80	41,10	52,50	78,70	144,0
RG188	2,8	50	0,69	19,70	31,50	37,40	46,60	54,80	102,00	197,0
RG195	3,9	95	0,69	10,80	15,10	18,70	24,90	35,40	55,80	115,0
RG196	2,0	50	0,69	18,40	34,50	45,20	62,30	91,90	151,00	279,0
RG212	8,5	50	0,66	2,72	6,23	8,86	13,50	19,40	32,15	75,5
RG213	10,3	50	0,66	1,80	4,27	6,23	8,86	13,50	26,30	52,5
RG214	10,8	50	0,66	2,17	4,92	7,55	10,80	16,40	28,90	59,1
RG215	10,3	50	0,66	1,80	4,27	6,23	8,86	13,50	26,30	52,5
RG216	10,8	75	0,66	2,17	5,25	7,55	10,80	15,80	25,60	54,1
RG217	13,8	50	0,66	1,35	3,28	4,59	6,56	10,17	18,00	40,7
RG218	22,1	50	0,66	0,79	2,03	3,12	4,92	7,87	14,40	31,2
RG219	24,0	50	0,66	0,79	2,03	3,12	4,92	7,87	14,40	31,2
RG220	28,5	50	0,66	0,56	1,48	2,30	3,70	6,07	11,80	25,3
RG221	30,4	50	0,66	0,56	1,48	2,30	3,70	6,07	11,80	25,3
RG222	8,5	50	0,66	14,40	30,50	42,70	59,10	85,30	141,00	279,0
RG223	5,4	50	0,66	3,94	10,50	15,80	23,00	32,80	54,10	100,0
RG302	5,3	75	0,69	1,50	4,00	10,80	15,40	22,60	41,90	85,3
RG303	4,3	50	0,69	3,61	8,86	12,80	18,50	26,30	44,30	88,6
RG316	2,6	50	0,69	19,70	31,50	37,40	46,60	54,80	102,00	197,0

