

# DISEÑO DE UN PRESENTADOR DE ESTIMULOS Y REGISTRADOR DE TIEMPOS DE RESPUESTA BASADO EN UN ORDENADOR PERSONAL

Alfonso SANCHEZ-BRUNO; Concepción SAN LUIS;  
José SANCHEZ-PEREZ; Africa BORGES y Fernando CABALLERO

Dpto. de Didáctica y Metodología de las Ciencias del Comportamiento.

Universidad de La Laguna

Se describe el diseño de hardware y software mediante el cual un ordenador personal se encarga de la presentación de estímulos (diapositivas publicitarias) a intervalos fijos a un grupo de sujetos experimentales y registra los tiempos de respuesta de cada uno de los sujetos.

**Palabras clave:** Tiempo de respuesta; Registro; Instrumentación.

*PC hardware and software design for stimuli presentation.* The hardware and software design through which a personal computer takes charge of presentation of stimuli (slides) to a group of experimental subjects and registers reaction times of each subject, are described.

**Key words:** Reaction time; Register; Instrumentation.

La instalación descrita en el presente artículo se desarrolló en el transcurso de una investigación sobre los efectos de la publicidad.

Formando parte de dicha investigación se debía llevar a cabo un experimento consistente en presentar a varios grupos de sujetos una serie de diapositivas obtenidas a partir de anuncios de varias marcas de tabaco. Todas las diapositivas eran "mudas", en el sentido de que se había eliminado de ellas la marca en sí y cualquier texto que hiciese referencia a ella.

Cada diapositiva se debía presentar a los sujetos durante 5 segundos, manteniendo un periodo oscuro de otros 5 segundos entre cada dos diapositivas.

Los sujetos debían responder ante cada diapositiva si ésta pertenecía o no a una marca concreta por la cual se les preguntaba.

Además de la respuesta en sí (afirmativa o negativa) se pretendía registrar el tiempo de respuesta (en milisegundos) de cada sujeto ante cada estímulo. Dada la forma de presentación de las diapositivas, el tiempo máximo de respuesta que sería

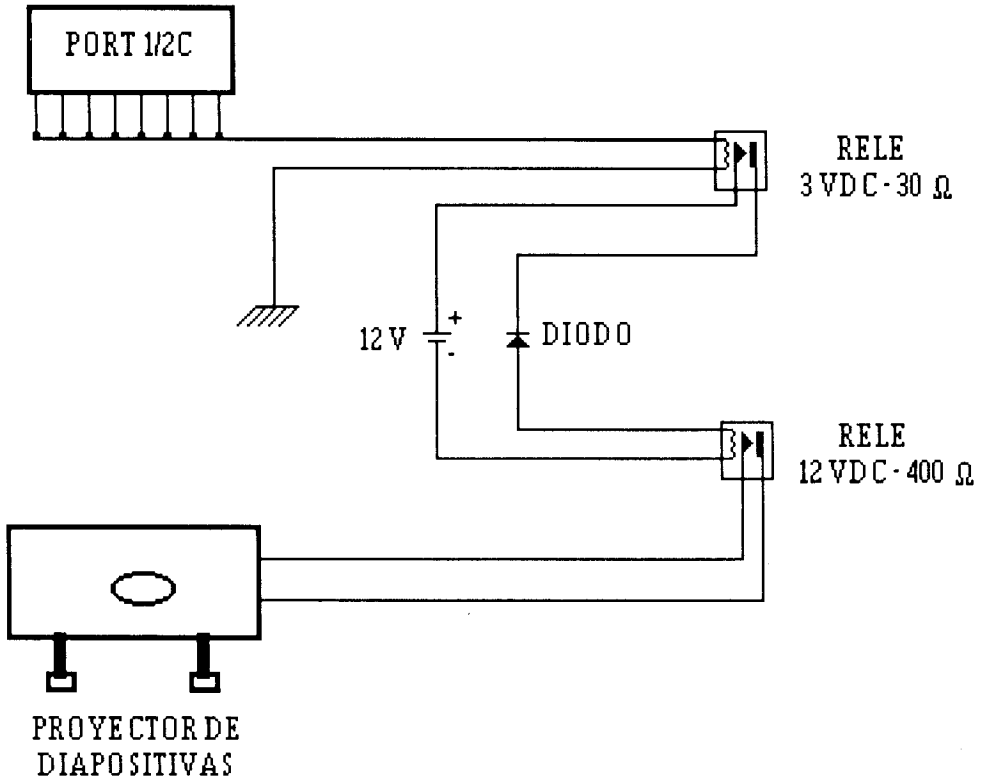


Figura 1: Circuitos de puesta en marcha del proyector. Aún cuando existían dos circuitos (uno para la activación del paso de diapositivas y otro para el encendido y apagado del foco) sólo representamos uno de ellos por ser idénticos.

posible registrar era de 6 segundos, puesto que transcurrido este tiempo, se presentaría una nueva diapositiva a los sujetos.

Finalmente, dado que era necesario someter a un grupo numeroso de sujetos a las sesiones experimentales, interesaba poder registrar simultáneamente las respuestas de varios sujetos a fin de disminuir el número de aquellas.

A fin de automatizar al máximo la tarea y maximizar el número de sujetos por sesión, se decidió generar el hardware y software necesarios para realizar la tarea mediante un ordenador personal. Así, el diseño del sistema perseguía la doble finalidad de presentar los estímulos a intervalos fijos y registrar tanto las respuestas de los sujetos como su tiempo de reacción ante cada estímulo.

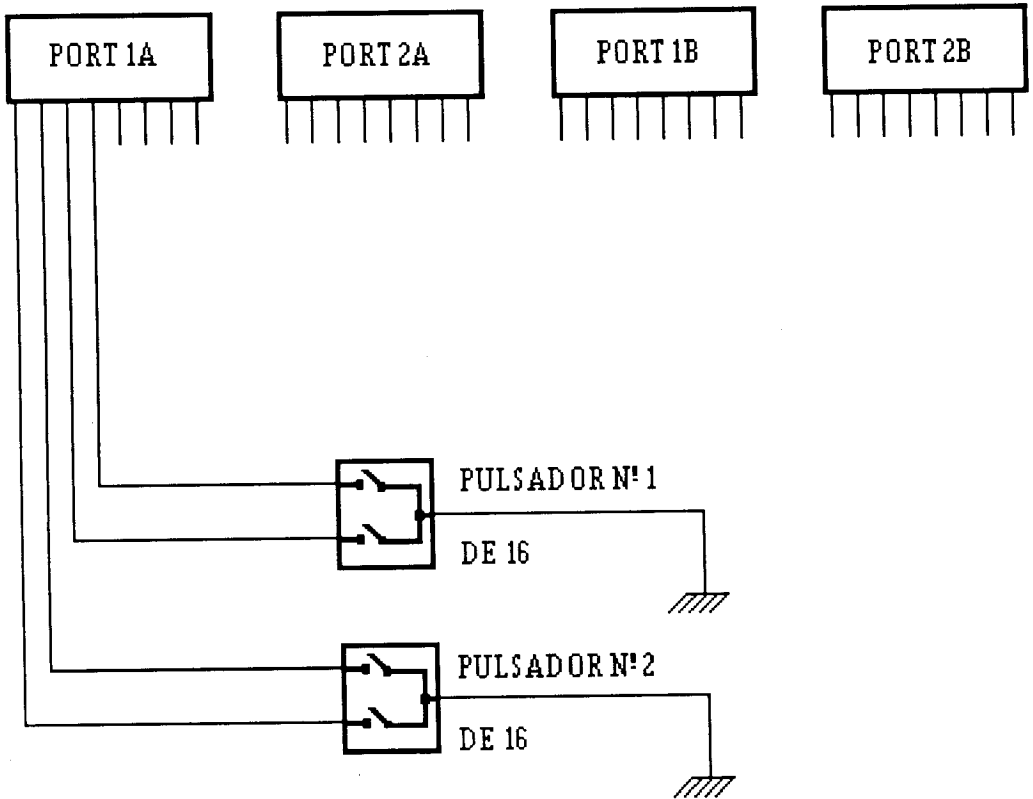


Figura 2: Diseño de los pulsadores. Cada sujeto disponía de un juego de dos pulsadores (16 juegos de dos pulsadores en total) que, al ser pulsados, derivaban a tierra la señal del correspondiente pin.

### DISEÑO DE HARDWARE

Tanto la presentación de los estímulos como la recogida de las respuestas se llevó a cabo mediante un ordenador Compaq Deskpro 386/25, basado en el microprocesador 80386 de Intel y funcionando a 25 Mhz. En dicho ordenador se instaló una tarjeta de entradas y salidas digitales (D-I/O), que consta básicamente de dos chips PPI

(interfaz de periféricos programable) 8255 para entradas-salidas digitales y un temporizador 8253, todos ellos de Intel.

Cada uno de los PPI consta de 3 registros de 8 bits (denominados 1A, 1B y 1C para el primer PPI y 2A, 2B y 2C para el segundo) configurables independientemente para la entrada o salida digital de información.

Para la activación del proyector de diapositivas se utilizaron los registros 1C y 2C,

de forma que el registro 1C controlaba el paso de la diapositiva y el 2C encendía y apagaba la lámpara del proyector.

Aún cuando la tarjeta D-I/o produce una salida estandar de 5 voltios, la corriente es de una intensidad tan baja que fué necesario utilizar los ocho bits de cada registro para activar un relé.

Este relé, a su vez, cerraba un segundo circuito alimentado por un acumulador externo que era el encargado (según se tratase del registro 1C o 2C respectivamente) de pasar la diapositiva o encender y apagar la lámpara del proyector. En este segundo circuito se instaló un diodo de protección frente a las corrientes de retorno (ver figura 1).

Para la entrada de información se diseñaron y construyeron 16 juegos de dos pulsadores cada uno. Los sujetos debían responder pulsando uno u otro pulsador según la respuesta que daban fuese afirmativa o negativa.

Dado que cada sujeto disponía de dos pulsadores, el ordenador debía controlar un total de 32 entradas, para lo cual se utilizaron los registros 1A, 1B, 2A y 2B.

Desde un punto de vista práctico, lo que se hacía era poner en alto los bits de dichos registros (5V) y controlar su puesta a cero. Dicha puesta a cero era provocada, mediante la pulsación del sujeto, al derivar a tierra el correspondiente pin. (ver figura 2).

## DISEÑO DE SOFTWARE

La subrutina encargada del funcionamiento total del sistema se programó en ensamblador. Básicamente, cada 10 segundos la subrutina activa el paso de una diaposi-

tiva que mantiene iluminada durante 5 segundos y en los intervalos observa las señales de los pulsadores. Dado que el código fuente de dicha subrutina se reproduce, debidamente comentado, en el apéndice, no nos extenderemos aquí en su descripción.

La subrutina se invoca desde un programa en BASIC (QB 4.0 de Microsoft), que se encarga de almacenar los datos en disco, mediante la instrucción:

*Call control (sujeto % (1),  
Pulsador % (1), TR % (1))*

donde SUJETO%, PULSADOR% y TR% son vectores de salida de 192 elementos en nuestro caso (16 sujetos X 12 diapositivas que se presentaban en cada sesión) a través de los cuales se devuelve respectivamente el código del sujeto, el pulsador seleccionado (1 = izquierda, 2 = derecha) y el tiempo de reacción medido en milésimas de segundo). Todas las variables se pasan, según las convenciones del BASIC de Microsoft, como direcciones cercanas a través de la pila.

Finalmente, el control de los tiempos de respuesta (con precisión de milisegundos) se realiza leyendo un contador almacenado a partir de 0040:00F0H que se actualiza mediante una interrupción programada. La subrutina encargada de instalar y poner en marcha dicha interrupción es de uso general y había sido desarrollada previamente para otros fines (Sánchez-Bruno, San Luis y Borges, 1990).

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado mediante una ayuda a la investigación concedida por el Gobierno de Canarias.

## REFERENCIAS

Sánchez-Bruno, J.A.; San Luis, C. y Borges, A. (1990) "Una subrutina para el control

de tiempos con PCs" *Psicológica*, 11, 189-198

DISEÑO DE UN PRESENTADOR DE ESTIMULOS Y REGISTRADOR DE TIEMPOS DE RESPUESTA

APENDICE: CODIGO FUENTE DE LA SUBROUTINA

```

;*****
; SUBROUTINA 'CONTROL'
;*****

DATA          SEGMENT WORD PUBLIC
'DATA'
    DESCONEJ DB ?

    R1A  DB ?
    R1B  DB ?
    R2A  DB ?
    R2B  DB ?

    PULSADO DB 16 DUP(?)

    TMPINIC DW ?
    SALVASI  DW ?

COMMENT /
    Segmento (MEMOSEG) y desplazamiento (MEMODESP) del contador de tiempo actualizado mediante la interrupción de control de tiempos
    /

    MEMODESP EQU 00F0H
    MEMOSEG  EQU 0040H

COMMENT /
    Direcciones de acceso a los chips 8255. PORT1 es la dirección de acceso al buffer 1A, PORT1+1 al 1B, PORT1+2 al 1C y PORT1+3 al registro de control del primer 8255. De idéntica forma se organiza el acceso al segundo 8255 mediante PORT2.
    /

    PORT1 EQU 01B0H
    PORT2 EQU 01B4H

DATA          ENDS

DGROUP       GROUP DATA
CODE         SEGMENT BYTE PUBLIC
'CODE'

CONTROL      PROC FAR
    PUSH BP
    MOV  BP,SP

COMMENT /
    Se coloca en ES el valor 0040H, segmento donde la interrupción de control de tiempos incrementará un contador de milisegundos.
    /

    MOV  AX, MEMOSEG
    MOV  ES, AX

COMMENT /
    Se ponen todos los buffers de la tarjeta en bajo (valor 0) para partir de un estado de desconexión total.
    /

    MOV  AL,128
    MO  DX,PORT1+3
    OUT DX,AL
    MOV DX,PORT2+3
    OUT DX,AL
    XOR AL,AL
    MOV DX,PORT1

```

```

    OUT DX,AL
    INC DX
    OUT DX,AL
    INC DX
    OUT DX,AL
    MOV DX,PORT2
    OUT DX,AL
    INC DX
    OUT DX,AL
    INC DX
    OUT DX,AL

COMMENT /
    Carga de punteros de los tres vectores de retorno: puntero de tiempos de reacción, puntero de pulsadores y puntero de sujetos respectivamente.
    /

    MOV BX,[BP]+6
    MOV DI,[BP]+8
    MOV SI,[BP]+10

; Se salva SI para poder utilizarlo también para otros fines.

    MOV SALVASI,SI

; Cargar en CX el numero de diapositivas a correr (12) para controlar el bucle
    MOV CX,12

; Comienza el bucle de presentación de diapositivas

BUCLEDIAP:  PUSH CX

; Bucle de puesta a cero del control de pulsación realizada.

    MOV  CX,16
    XOR  SI,SI
    XOR  AL,AL
    BUCLE-CERO:  MOV  PULSADO[SI],AL
                INC  SI
                LOOP BUCLE-CERO

COMMENT /
    Se enciende la lámpara del proyector (poniendo en alto el registro 2C) y se pone DESCONEJ a cero. A través de DESCONEJ se controla si ya se ha apagado la luz del proyector, es decir, si se está en el periodo de diapositiva iluminada o no iluminada. Posteriormente se ponen en alto los registros 2A, 2B, 1A y 1B.
    /

    MOV  AL,128
    MOV  DX,PORT2+3
    OUT DX,AL
    MOV  AL,255
    DEC  DX
    OUT DX,AL
    DEC  DX
    OUT DX,AL
    DEC  DX
    OUT DX,AL
    DEC  DX
    OUT DX,AL

    MOV  AL,128
    MOV  DX,PORT1+3
    OUT DX,AL
    MOV  AL,255
    SUB  DX,2
    OUT DX,AL
    DEC  DX
    OUT DX,A

    XOR  AL,AL
    MOV  DESCONEX,AL

```

; Llamada a la subrutina que lee el tiempo actual y almacenamiento del mismo.

```
CALL    TIEMPO
MOV     TMPINIC,AX
```

; Lectura de los buffers

```
LEER-PULS:  MOV     AL,146
            MOV     DX,PORT1+3
            OUT    DX,AL
            MOV     DX,PORT2+3
            OUT    DX,AL
            MOV     DX,PORT1
            IN     AL,DX
            MOV     R1A,AL
            INC    DX
            IN     AL,DX
            MOV     R1B,AL
            MOV     DX,PORT2
            IN     AL,DX
            MOV     R2A,AL
            INC    DX
            IN     AL,DX
            MOV     R2B,AL
```

; Comprobación de la pulsación realizada. SI = indicador del sujeto observado

```
XOR     SI,SI
```

COMMENT /

Se divide el indicador del sujeto por 4. El cociente de la división se almacena en DL. El resto queda en AH.

```
MOV     DL,4
BUCLC-SUJETOS:  MOV     AX,SI
                DIV    DL
                MOV     DH,AL
```

COMMENT /

Se comprueba si el sujeto ha pulsado ya durante el periodo correspondiente a la actual diapositiva, en cuyo caso no se comprueba su pulsador.

```
MOV     AL,PULSADO[SI]
CMP     AL,0
JNE     SIGSUJ
```

COMMENT /

Seleccionar el buffer a controlar. Si el cociente de la división es cero cargar el buffer 1A, si es 1 el 1B, etc.

```

            CMP     DH,0
            JNE     REG1B
            MOV     AL,R1A
            JMP     REGSIG

REG1B:     CMP     DH,1
            JNE     REG2A
            MOV     AL,R1B
            JMP     REGSIG

REG2A:     CMP     DH,2
            JNE     REG2B
            MOV     AL,R2A
            JMP     REGSIG

REG2B:     MOV     AL,R2B
```

COMMENT /

Si el resto de la división (AH) es cero, es que estamos en el primer sujeto de alguno de los buffers (es decir, estamos en el sujeto 101A ó 101B ó 102A ó 102B) y no es necesario rotar (shift) el buffer.

```
REGSIG:    CMP     AH,0
            JE      PRIMEROS
```

COMMENT /

Se pasa a CL el resto de la división, se multiplica por 2 y se rota AL a la derecha tantas veces como indique CL a fin de dejar los dos bits correspondientes al sujeto observado en las posiciones más bajas de AL.

```
MOV     CL,AH
SHL    CL,1
SHR    AL,CL
```

COMMENT /

Se aíslan los dos bits más bajos de AL. Si ambos están en alto es que el sujeto no ha pulsado ningún pulsador. Si el de la izquierda está en alto y el de la derecha en bajo es que se ha pulsado el de la derecha. En cualquier otro caso se considera que el sujeto ha pulsado el de la izquierda.

```
PRIMEROS:  AND     AL,3
            CMP     AL,3
            JE      SIGSUJ
            CMP     AL,2
            JNE     CONT
            MOV     AX,2
            JMP     CONT1
CONT:      MOV     AX,1
CONT1:    CALL    HAPULSADO
SIGSUJ:   INC     SI
            CMP     SI,17
            JB     BUCLE-SUJETOS
```

COMMENT /

Comprobar si ha llegado la hora de desconectar la lámpara del proyector (5 segundos de presentación = 5000 milésimas de segundo).

```
ETIQ:     CALL    TIEMPO
            CMP     AX,TMPINIC
            JAE     NOSUM1
            MOV     DX,65535
            SUB     DX,TMPINIC
            ADD     AX,DX
            JMP     NOSUM2
NOSUM1:   SUB     AX,TMPINIC
NOSUM2:   MOV     DL,DESCONEX
            CMP     DL,0
            JNE     COMPROB_SAL
            CMP     AX,5000
            JB     CONTINUAR
```

; Desconexión de la lámpara del proyector poniendo en bajo el buffer 2C

```
MOV     DX,PORT2+2
XOR     AL,AL
OUT    DX,AL
```

COMMENT /

Se activa la variable DESCONECX, que indica que ya ha sido desconectada la lámpara del proyector.

```
MOV     AL,1
MOV     DESCONECX,AL
```

DISEÑO DE UN PRESENTADOR DE ESTIMULOS Y REGISTRADOR DE TIEMPOS DE RESPUESTA

```

                JMP     CONTINUAR

COMMENT /
Se comprueba si han transcurrido 5 segundos desde
la desconexión de la lámpara es decir, 10 segundos (10000
milésimas) desde la conexión original.
/
COMPROB-SAL:  CMP     AX,10000
              JAE     SEGUIR-BUCLE
CONTINUAR:    JMP     LEER-PULS

COMMENT /
Paso, sin iluminar, a la siguiente diapositiva. El
buffer 1C controla el paso de la diapositiva, por lo que se
activa poniendo en alto todos sus bits.
/
SEGUIR-BUCLE: MOV     DX,PORT1+2
              MOV     AL,255
              OUT    DX,AL

COMMENT /
Es necesario retardar ligeramente la desconexión de
1C para dar tiempo a que reaccionen tanto el relé como el
mando de avance del proyector
/
              MOV     CX,65535
BUCLE-RETAR1: PUSH    CX
              MOV     CX,2
RETA1:        NOP
              LOOP   RETA1
              POP     CX
              LOOP   BUCLE-RETAR1
; Una vez pasada la diapositiva se desactiva el
mando del proyector.
              XOR     AL,AL
              OUT    DX,AL

              POP     CX
              LOOP   SALTAR-ARRIBA
SALTAR-ARRIBA: JMP     FIN
              JMP     BUCLE-DIAP

FIN:          POP     BP
              RET    6

CONTROL      ENDP

TIEMPO       PROC    NEAR
COMMENT /
Rutina encargada de leer el valor del contador ac-
tualizado por la interrupción de control de tiempos
/
              PUSH   BX
              MOV    BX,MEMODESP
              MOV    AX,ES:[BX]
              POP    BX
    
```

```

                RET
                ENDP

TIEMPO        PROC    NEAR
HAPULSADO    PROC    NEAR
COMMENT /
Rutina HAPULSADO, encargada de pasar a los
vectores de salida los valores observados
/
; Pasar al vector de pulsadores el seleccionado (izq.
o dcha.)
                MOV    [DI],AX
                ADD    DI,2

COMMENT /
Pasar al vector de sujetos el código del que ha pul-
sado. Para ello hay que almacenar en la pila el valor actual
de SI, recuperar su valor como puntero del vector, operar
con él, volverlo a almacenar y recuperar nuevamente el
valor original de la pila
/
                MOV    AX,SI
                INC    AX
                PUSH   SI
                MOV    SI,SALVASI
                MOV    [SI],AX
                ADD    SI,2
                MOV    SALVASI,SI
                POP    SI

COMMENT /
Se calcula y almacena en el correspondiente vector,
las milésimas de segundo transcurridas desde la activación
de la diapositiva hasta el momento de la pulsación.
/
                CALL   TIEMPO
                CMP    AX,TMPINIC
                JAE    NOSUMAR
                ADD    AX,6000
NOSUMAR:     SUB    AX,TMPINIC
                MOV    [BX],AX
                ADD    BX,2

COMMENT /
Se pone a 1 el registro de pulsación realizada por el
sujeto, de forma que no se vuelva a observar hasta la pró-
xima diapositiva.
/
                MOV    AL,1
                MOV    PULSADO[SI],AL
                RET

HAPULSADO    ENDP

CODE         ENDS

                END
    
```