

# 20F

## DESPLAZAMIENTO Y POSICIÓN ENCODERS

### 1.- MEDIDA DE LA POSICIÓN CON ENCODERS

#### 1.1 INTRODUCCION

#### 1.2 ENCODERS INCREMENTALES

#### 1.3 CIRCUITO ELECTRÓNICO DEL ENCODER

#### 1.4 MÓDULO DEL MOTOR PASO A PASO

#### 1.5 REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

# 1. MEDIDA DE LA POSICIÓN CON ENCODERS.

## 1.1. INTRODUCCIÓN.

La creciente presencia de sistemas digitales para el tratamiento y presentación de la información en los sistemas de medida y control hace muy atractivos aquellos transductores que ofrecen directamente a su salida una señal en forma digital, por la sencillez que supone el acondicionamiento de señales y su mayor inmunidad a las interferencias electromagnéticas.

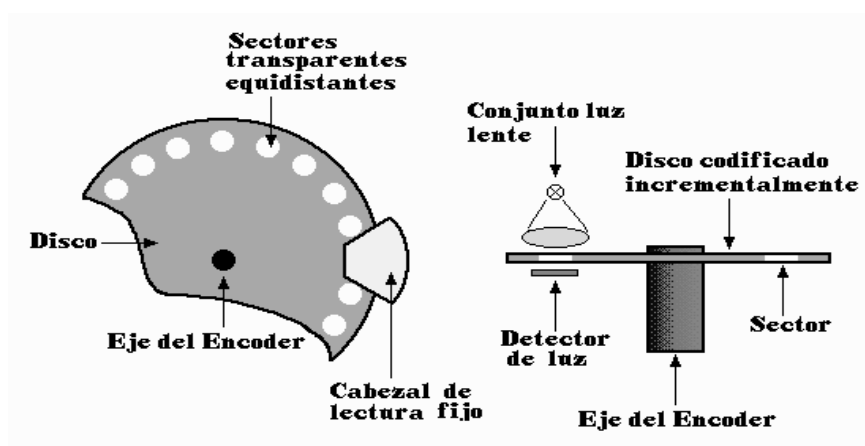
Hay que destacar que no existe prácticamente ningún fenómeno cuya transducción ofrezca directamente una salida digital. Lo que se hace es convertir una magnitud analógica de entrada en una señal digital por medio de un transductor, sin necesidad de convertir una tensión analógica en su equivalente digital.

Las aplicaciones de los codificadores de posición son relativas a la medida y control de posición lineal y angular de alta resolución. Se emplean así en robótica, *plotters*, máquinas y herramientas, posicionamiento de cabezales de lectura en discos magnéticos y de fuentes de radiación en radioterapia, radares, orientación de telescopios...

Esta práctica se va a centrar en los transductores digitales, concretamente en los **encoders**.

## 1.2. ENCODERS INCREMENTALES.

En un codificador de posición incremental hay un disco, con poca inercia, que se desplaza solidario a la pieza cuya posición se desea determinar, por ejemplo, el eje de un motor. El disco posee dos tipos de zonas: transparente (agujeros) y opaca, dispuestas de forma alternativa y equidistante, tal como muestra la siguiente figura:

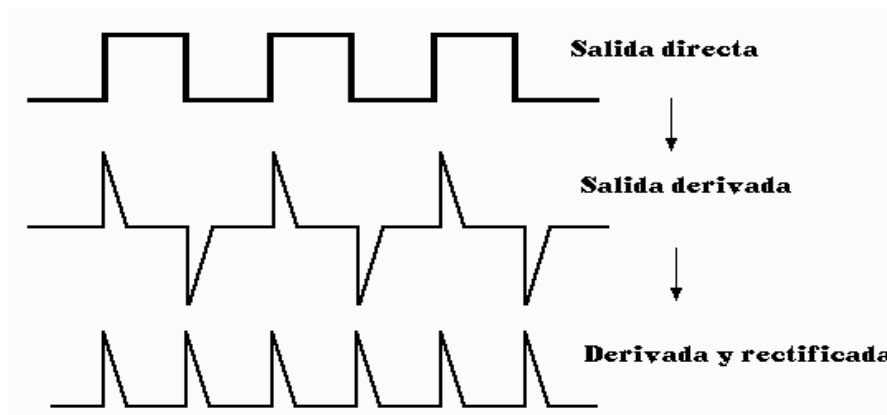


Mediante un cabezal de lectura fijo óptico se detecta el cambio de posición angular. La simplicidad y economía de esta técnica no admiten duda, pero tiene una serie de inconvenientes que conviene señalar:

1. La información sobre la posición se pierde en cuanto falla la alimentación del sistema, o simplemente cuando se desconecta, y en presencia de fuertes interferencias.

2. Es necesario un contador bidireccional para poder tener una salida digital compatible con los elementos de entrada-salida de un ordenador.
3. No permite detectar el sentido de avance si no se dispone de elementos adicionales a los indicados en la figura anterior.

En este caso, la diferenciación de las zonas o sectores se lleva a cabo de forma óptica, pero existen otras formas como la magnética o la eléctrica. En cualquier caso, la salida básica es un tren de pulsos con un ciclo de trabajo del 50%. Si se deriva esta señal, se obtiene un pulso por cada flanco ascendente o descendente, con lo que es posible aumentar por dos el número de cuentas obtenido con un desplazamiento dado.



Los codificadores ópticos pueden estar basados en sectores:

- Opacos y transparentes.
- Reflectores y no reflectores.
- Franjas de interferencia.

En cualquier caso, en el cabezal de lectura fijo hay siempre una fuente de luz (normalmente un LED) y un fotodetector (LRD, célula fotoeléctrica o fototransistor).

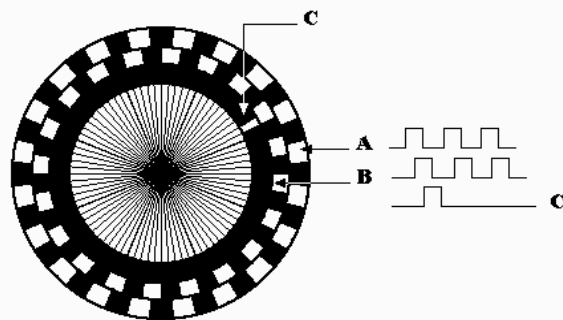
Los problemas asociados a este tipo de transductor son:

- Influencia del polvo ambiental.
- Variación temporal y térmica de las características de los elementos optoelectrónicos.
- Efecto de las vibraciones sobre los posibles sistemas de enfoque.

Cuando se emplean sectores opacos y transparentes (cromo sobre vidrio, metal ranurado...), el emisor y el detector deben situarse uno a cada lado del elemento móvil, haciendo las veces de barrera fotoeléctrica y el disco ranurado de objeto a detectar.

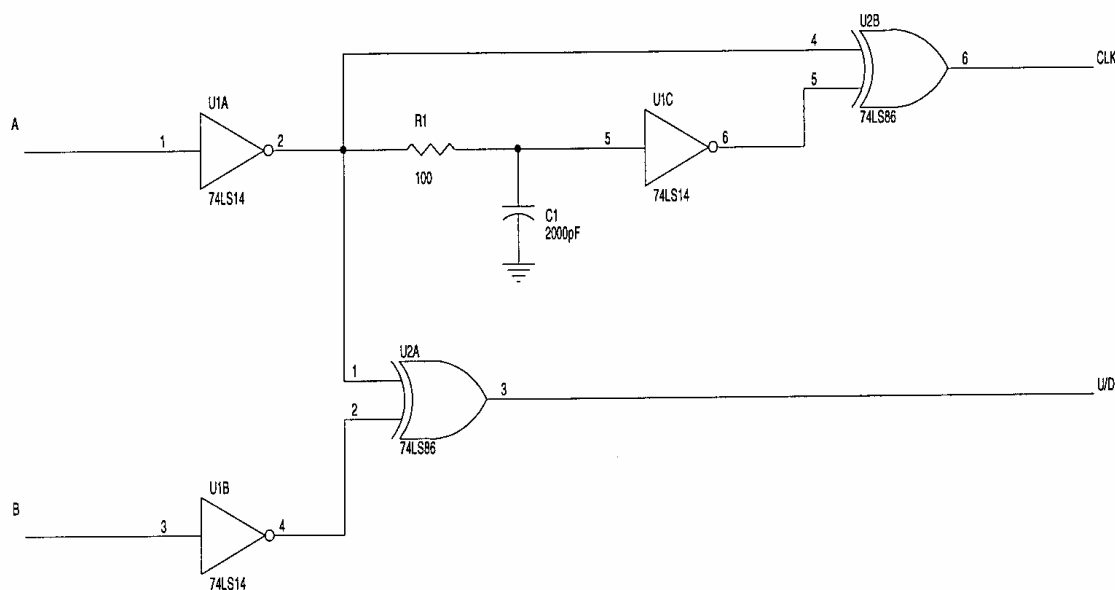
Los codificadores que ofrecen mayor resolución son los ópticos. La resolución obtenida con un encoger óptico angular es del orden de 100 a 6000 pulsos por vuelta.

Para poder determinar el **sentido de avance** es necesario añadir otro elemento de lectura y, a veces, otra pista codificada, junto con los circuitos electrónicos adecuados. Normalmente con unos biestables o unas puertas lógicas se consigue obtener una señal indicadora del sentido de giro.



En los encoders ópticos se añade una línea de sectores codificados que esté ligeramente desfasada respecto a la primera y con su elemento de lectura correspondiente. En la ilustración anterior se presenta este disco codificado y las salidas que ofrecen los cabezales de lectura A, B y C. Se observa que hay una **marca de referencia** (cero) que indica vuelta completa.

Si se desea realizar un **posicionado absoluto** es necesario un contador bidireccional al que se le apliquen los pulsos de salida procesados por un circuito como el de la siguiente figura:

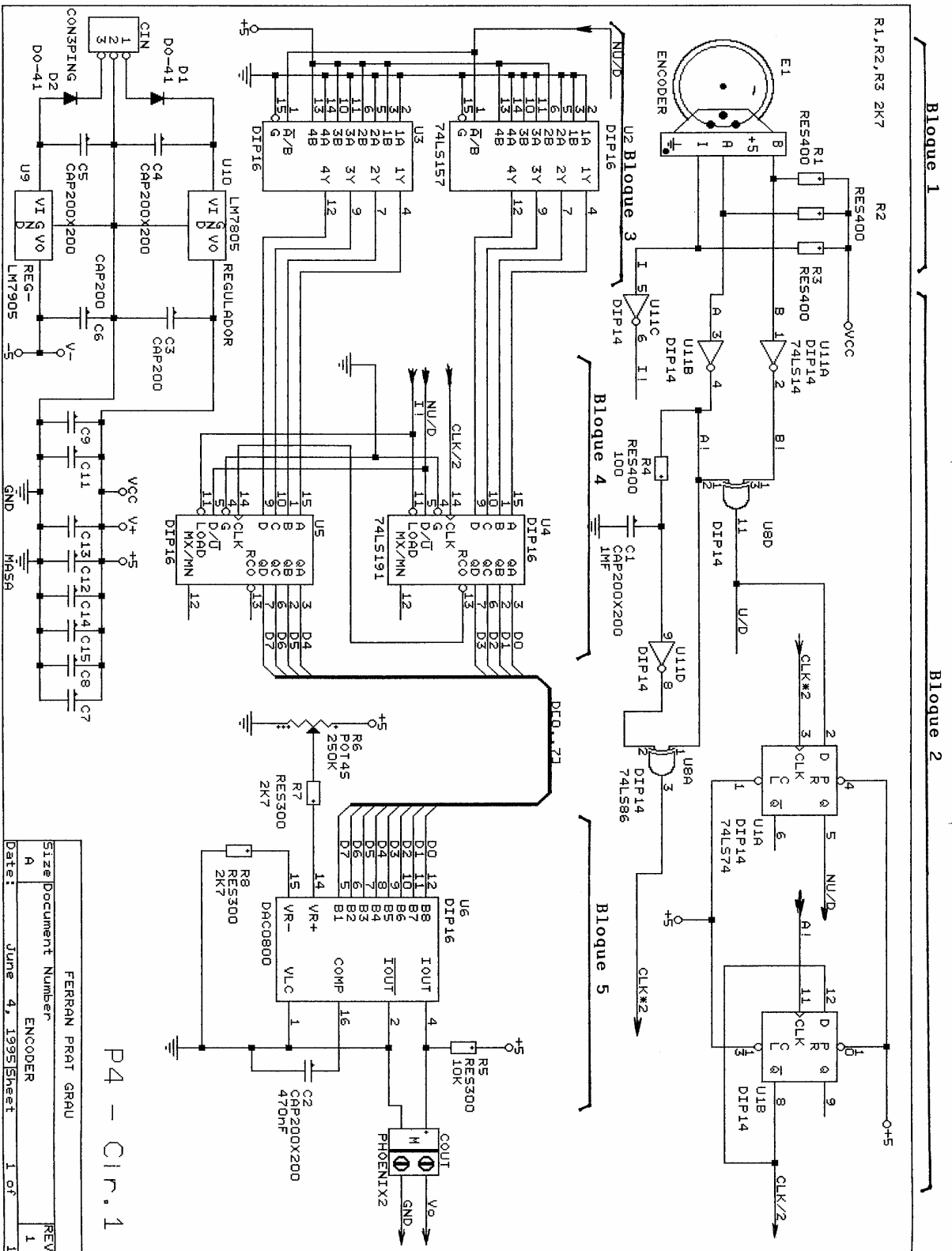


La señal B determina el sentido de giro, por tanto, determina si el contador bidireccional varía de forma ascendente o descendente. La señal A determina la posición que se desea medir, por esto se lleva a la entrada de reloj del contador. La señal C (un pulso por cada vuelta) sirve como marca de referencia, puesta a cero o indicador de vuelta completa. El siguiente apartado explica el funcionamiento de este sistema más detalladamente.

### 1.3. CIRCUITO ELECTRÓNICO DEL ENCODER.

Los objetivos del circuito electrónico asociado al encoder (figura página siguiente) son dos:

- Obtener una señal proporcional al giro del eje del encoder.
- Obtener una indicación del sentido de giro.

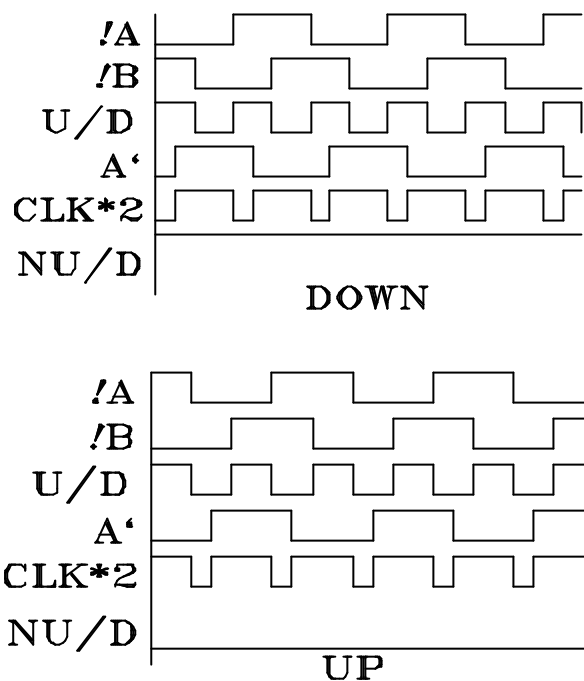


P4 - Cir. 1

FERRAN PRAT GRAU	
Size Document Number	ENCODER
Date:	June 4, 1995 Sheet 1 of 1
REV	1

El **bloque 1** lo compone un encoder que proporciona 3 señales: **A**, **B**, **I**, que sirven para conocer la posición, el sentido de giro y el número de vueltas respectivamente.

La señal **I** ofrece un pulso cada vez que se completa una vuelta. Las señales **A** y **B** ofrecen un pulso cada vez que el encoder avanza un paso. Entre las señales **A** y **B** existe un **defasaje** que se puede apreciar en la siguiente ilustración:



La misión del **bloque 2** es detectar el sentido de giro del encoder para indicar a los multiplexores del **bloque 3** si han de cargar en los contadores del **bloque 4** la combinación binaria “0” ó “250” para la cuenta ascendente (**Up**) o descendente (**Down**).

El bloque 2 toma las salidas **A** y **B** del encoder, que están desfasadas, y después de invertirlas las lleva a una puerta **o-exclusiva** (U8D) que ofrece un pulso (**U/D**) cuando sólo una de las dos entradas está a estado lógico “1” (figura anterior). Se observa que el número de pulsos en el terminal (U/D) es el doble que el presente en las entradas (**A** y **B**).

La señal **A!** se bifurca en dos caminos:

- El primero retrasa la señal **A!** mediante un circuito RC y la invierte (**A'**).
- El segundo junta en una puerta **o-exclusiva** (U8A) las señales desfasadas **A!** y **A'**. La nueva señal obtenida (**CLK\*2**) también posee un número doble de pulsos que el que ofrecen las entradas A y B.

Las señales **U/D** y **CLK\*2** se llevan al flip-flop 74LS74 (U1A), el cual registra en la salida Q lo que hay en la entrada D en el momento que sube la señal **CLK\*2** (ver tabla adjunta).

ENTRADAS				SALIDAS	
PRESET	CLEAR	CLOCK	D	Q	!Q
L	H	x	x	H	L
H	L	x	x	L	H
L	L	x	x	H	H
H	H	-	H	H	L
H	H	-	L	L	H
H	H	L	x		

Si se observa la ilustración anterior podemos deducir que cuando el encoder gira en el sentido de las agujas del reloj (**Up**), la señal **U/D** posee el valor lógico “0” en el instante en que sube **CLK·2**. De este modo, la señal **UN/D** (salida Q del biestable) adopta también el valor lógico “0”, el cual se lleva a los multiplexores del bloque 3 para seleccionar las entradas **xA**. Se observa en el esquema eléctrico que las entradas **xA** de los multiplexores están conectadas a masa, por tanto, a la salida de los mismos se obtiene la combinación digital “0”. Dicha combinación digital se carga en los contadores del bloque 4 cada vez que el encoder da una vuelta completa, es decir, cada vez que al señal **I!** cambia de valor. A partir de este valor inicial (marca de referencia), el contador se irá incrementando a medida que el encoder gira, determinando así la posición angular del mismo.

Del mismo modo, cuando el encoder gira en el sentido opuesto a las agujas del reloj (**Down**), la señal **U/D** posee el valor lógico “1” cuando **CLK·2** sube. La señal **UN/D** toma el valor lógico “1” que selecciona las entradas **xB** de los multiplexores, cargando en los contadores la combinación digital “250” cada vez que cambia la señal **I!**. A partir de este valor inicial, el contador decremента su valor al ritmo de **CLK·2**.

El **bloque 5** está formado por una conversor D/A (DAC0800) que se encarga de ofrecer una señal continua (**V<sub>o</sub>**) proporcional a la combinación binaria de los contadores. Mediante esta tensión continua podremos determinar la posición angular del encoder. El incremento o decremento (Up/Down) de tensión continua por impulso generado (paso del encoder) es de **20 mV**:

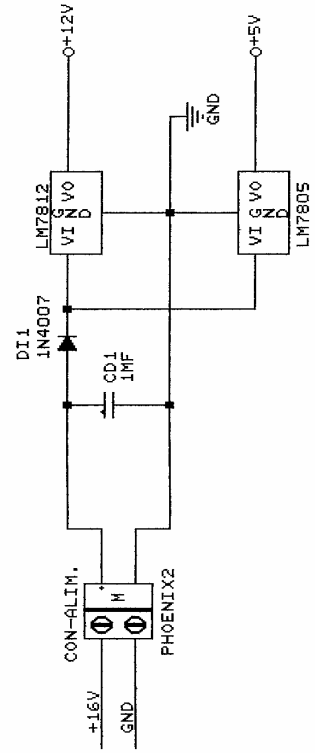
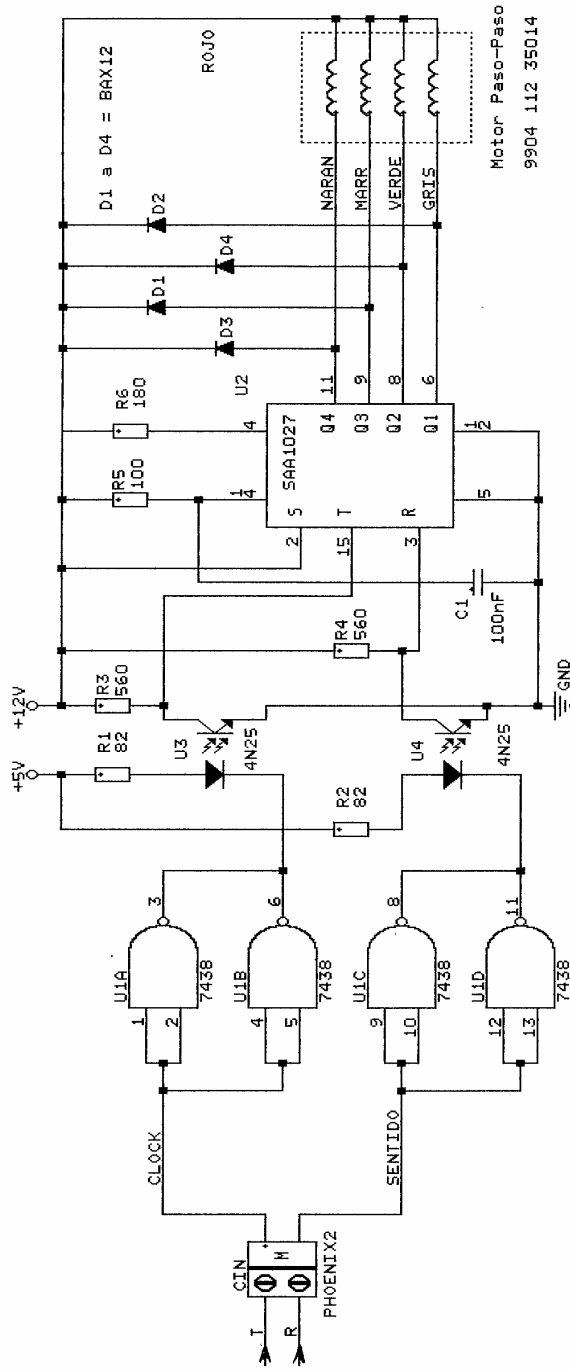
$$LSB = \frac{Tensión \text{ _ fondo _ escala}}{2^{Num\_bits}} = \frac{5}{2^8} = 19.5mV$$

### 1.4. MÓDULO DEL MOTOR PASO A PASO.

El módulo del *driver* del motor paso a paso (figura página siguiente) es muy sencillo gracias a la utilización del integrado de propósito específico **SAA1027**. Este circuito se encarga de controlar todas las fases del motor, necesitando tan solo una señal de reloj para mover el motor (**T**) y otra para determinar el sentido de giro (**R**).

El paso del motor correspondiente a cada pulso suministrado en la entrada **T** es de **7° 30''**, lo que implica que el motor da una vuelta entera en **48** pasos. Cuando se suministra en la entrada **R** un “1” lógico, el motor gira en el sentido de las agujas del reloj.

P4 - Cir.2



Ferran Prat Grau	
Size	Document Number
A	Driver para motor paso-paso
Date:	June 4, 1995
Sheet	1 of 1
REV	1



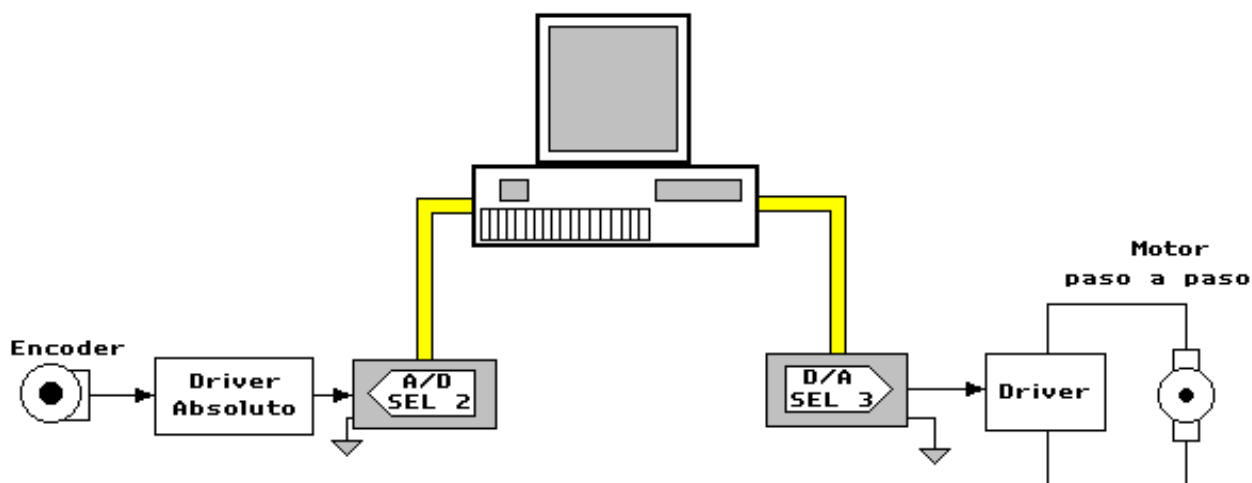
## 1.5. REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS.

**Grupos 3-7-11-15-19**

El objetivo de esta práctica es controlar un motor paso a paso con un encoder a modo de mando a distancia (pensar en una antena parabólica controlada desde el puesto de control). El motor paso a paso ha de seguir los movimientos del encoder.

Para tal efecto se dispone de un encoder incremental de 250 impulsos por vuelta, que se ha adaptado para que de una tensión entre 0 y 5 V proporcional a la posición angular. La combinación digital '0' corresponde a 0 V y el código '250' a 5 V. Por tanto, tenemos que cada impulso incrementa o decrementa en aproximadamente 20 mV la tensión de salida.

El diagrama de bloques que se propone para el desarrollo de la práctica es el siguiente:



Los pasos a seguir son:

1. Realizar un programa que lea la tensión del encoder y haga la conversión a número de pulsos, y de éstos a número de grados para poder conocer la posición del encoder en grados. Visualizar la posición en forma de diagrama polar.
2. Hallar el número de pulsos para que el motor gire el mismo número de grados y por tanto esté en la misma posición del encoder.
3. Implementar un generador de pulsos programando el convertor D/A para gobernar el motor (T). Visualizar el número de impulsos (pasos) que se envían y el sentido de giro.
4. Procurar que la rutina realice el desplazamiento lo más rápido posible sin perder pasos.

5. Realizar un control sensible a la velocidad con que se mueve el encoder. Es decir, si giramos el encoder despacio, que el motor se mueva despacio, y si lo giramos rápido que el motor se mueva rápido.
  
6. Todo debe quedar visualizado en un único panel que contenga como mínimo los siguientes elementos:
  - i. Botón de inicio.
  - ii. Botón de paro.
  - iii. Diagrama polar de la posición del encoder/antena.
  - iv. Selección del tipo de control: velocidad del motor independiente o proporcional a la velocidad de giro del encoder.