

# Electrónica Digital

## Grado de Robótica.

### Sesión 1. Prácticas con Protoboard y circuitos integrados de puertas lógicas

#### Práctica 1

**Título:** Construcción de un circuito con 1 simple puerta NAND.

**Tiempo estimado :** 30 min

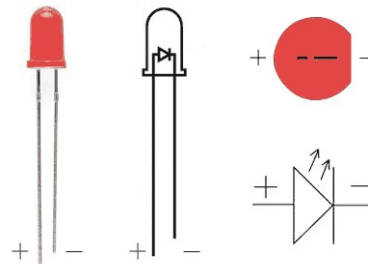
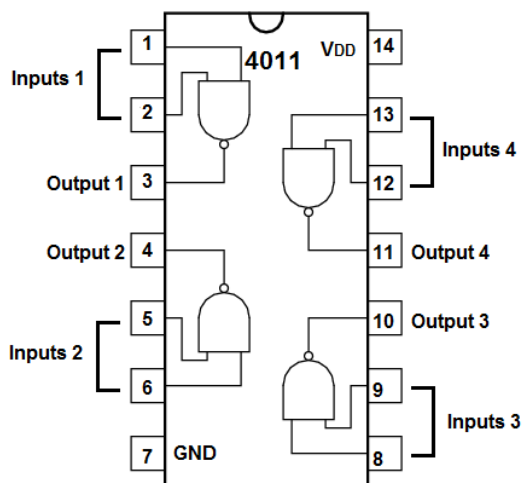
#### Objetivos:

- Entender una hoja de especificaciones de un circuito integrado.
- Conocer los elementos electrónicos auxiliares necesarios para hacer un circuito seguro sin producir daños a los circuitos integrados
- Manejar el instrumental del laboratorio para evaluar el funcionamiento del circuito.

#### Componentes:

1 chip Puertas 4011 quad-NAND  
2 resistencias de aprox. 10k  
1 LED  
1 Resistencia de aprox. 300  $\Omega$

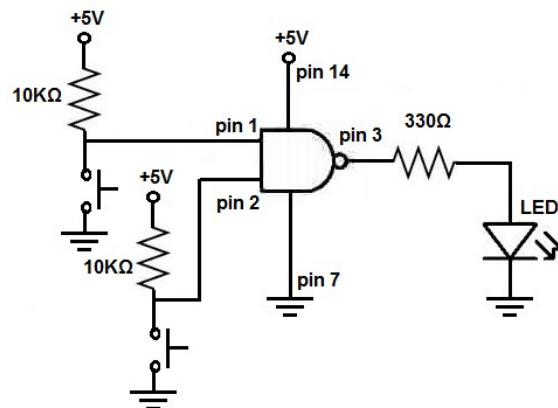
#### Documentos de apoyo:



#### Desarrollo:

Para el HEF4011 usaremos una alimentación Vdd = 5V.

El circuito que vamos a preparar se muestra en la figura siguiente:



### Precauciones:

¡ Mucho cuidado con la conexión de la resistencia del LED!  
Verificar que las conexiones son correctas antes de conectar la alimentación.

### Cuestiones:

- ¿Qué propósito crees que tiene la resistencia en serie con el LED ?
- ¿Y las resistencias de 10k conectadas a la entrada? ¿Qué función tienen?. Nota: Se suelen denominar resistencias *pull-up* o *pull-down*.
- Analiza con el polímetro y el osciloscopio las señales de salida. Ilustra las conexiones que realizas para el proceso en la memoria de prácticas.
- Caracteriza los parámetros de tiempo de respuesta del circuito:  $t_{LH}$  y  $t_{HL}$

## Práctica 2

**Título:** Construcción un circuito combinacional a partir de varias puertas lógicas NAND.

**Tiempo estimado :** 90 min

### Objetivos:

- Conectar múltiples puertas en un circuito para realizar una función.
- Aprovechar la universalidad de la puerta NAND.
- Percibir la diferencia entre un módulo funcional de mando y un módulo de potencia, y las necesidades de interfaz que pueden surgir.

### Componentes:

2 chip Puertas 4011 quad-NAND

$n$  resistencias de aprox. 10k y 6k

$n$  LED

$n$  Resistencia de aprox. 300  $\Omega$  para los LED que utilices

*Nota: “ $n$ ” representa un número variable de elementos que dependerá del diseño.*

### Desarrollo:

Deseamos desarrollar un circuito simplificado para un sistema de puertas automáticas de acceso a una zona de almacén.

Las funcionalidades serán las siguientes:

- Dos botones enclavados (es decir, mantienen la posición de forma mecánica) representarán los mandos para hacer la petición de apertura y cierre de la puerta.
- Para la apertura máxima existe un dispositivo que actúa como final de carrera normalmente cerrado, es decir, el circuito se **abre** si hay detección de la puerta en este detector. Este dispositivo “final de carrera” se regula para limitar la maniobra de apertura al máximo de recorrido mecánico posible. Nosotros lo podemos simular con un pulsador si no disponemos del dispositivo físico.
- Para la operación de cierre existe también un dispositivo de final de carrera como en el caso anterior. Además tenemos una fotocélula de seguridad anti-atrapamiento. En caso de detección en la fotocélula también se cortará la bajada. En una primera aproximación sólo paramos la bajada momentáneamente. Si la obstrucción desaparece el movimiento continúa.

### Otros requisitos:

En esta práctica vamos a desarrollar como bloque funcional básico un circuito que nos aporte la funcionalidad de una puerta AND pero utilizando exclusivamente puertas tipo NAND (buscar una configuración de mínimo número de puertas). A partir de este bloque funcional realizaremos el resto del sistema.

### **Pasos a seguir:**

- 1) Lo primero que debemos hacer es diseñar sobre el papel el circuito que realiza la función “AND” pedida. Resuélvelo de manera algebraica, dibuja el diagrama e impleméntalo.
- 2) Dibuja el diagrama lógico de la funcionalidad de la puerta automática completo. En nuestro caso no vamos a utilizar motores de verdad, simularemos la marcha de los mismos mediante LED's. Los finales de carrera pueden simularse con pulsadores.
- 3) Unir los distintos bloques para construir el circuito del apartado 2.
- 3) Haz un video del circuito funcionando.

### **Cuestiones**

- ¿Por qué crees que utilizamos los sensores de final de carrera como elementos N.O. (normalmente cerrados)?
- Si la fotocélula sufriese avería y nunca diese señal quedaría automáticamente anulada la protección antiatrapamiento. ¿Qué podríamos hacer para mejorar esta situación?
- Para llevar este sistema a la práctica que necesitaríamos añadir alrededor de este circuito de control. Esboza un esquema genérico de cómo podría ser el esquema completo (fuentes de alimentación, sensores, etc.).
- Si los motores de la puerta fuesen de C.A., ¿qué haría falta añadir para poder actuar sobre ellos?

## Práctica 3

**Título:** Utilizar un optoacoplador para transferir señales entre la protoboard y arduino

**Tiempo estimado :** 40 min

### Objetivos:

Ver cómo el circuito optoacoplador nos permite aislar niveles de señales y de esta manera poder conectar dos sistemas digitales que podrían trabajar a niveles lógicos diferentes.

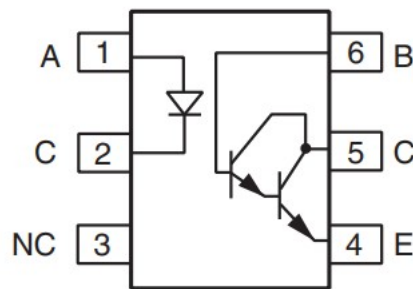
Se trata a la vez de un sistema para garantizarnos protección y compatibilidad entre sistemas.

### Componentes:

1 chip Puertas HEF4081BP quad-AND

1 optoacoplador 4N33

1 Resistencia de aprox.  $500\ \Omega$

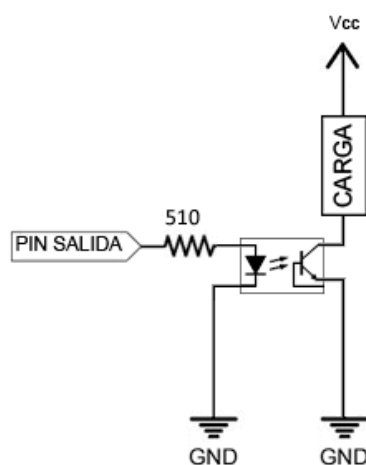


### Desarrollo:

Probaremos el acoplamiento en ambas direcciones.

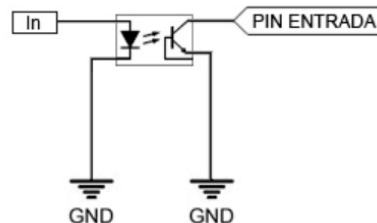
1) conectar una salida de arduino a un circuito exterior con optoacoplador.

La carga en el lado derecho representa el circuito siguiente. Se puede poner lo que se quiera según la forma en la que querramos mostrar que el circuito está acoplando de forma adecuada.



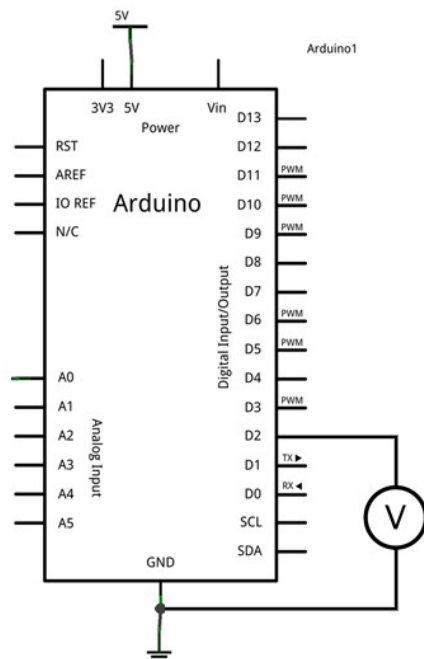
2) Acoplar una señal proveniente de las puertas lógicas AND a una entrada arduino a través de un optoacoplador.

Es interesante destacar que el circuito no implica que ambos lados del circuito estén alimentados desde la misma tensión y, de hecho, esa es una de los aspectos que lo hace especialmente interesante.



Lado Arduino:  
!Este lado del  
circuito no  
está completo!

### Otra información:



### Manejar una salida digital en Arduino

```
1  const int pin = 2;
2
3  void setup() {
4      Serial.begin(9600); //iniciar puerto serie
5      pinMode(pin, OUTPUT); //definir pin como salida
6  }
7
8  void loop(){
9      digitalWrite(pin, HIGH); // poner el Pin en HIGH
10     delay(1000); // esperar un segundo
11     digitalWrite(pin, LOW); // poner el Pin en LOW
12     delay(1000); // esperar un segundo
13 }
```

**Atención:** Si se usan 2 protoboards asegurarse de que la referencia 0v es la misma para ambos circuitos!

### Cuestiones:

a) El circuito del apartado 1) ¿genera la misma señal o la invertida? Si quisiera generar el otro caso, ¿cómo debería modificar el circuito?

b) analizar efectos en la velocidad de respuesta de este acoplamiento. Para ello generar a la vez una salida de cierta frecuencia desde el arduino, actuar sobre una de las entradas de una puerta AND que tenga una señal siempre activa en la otra patilla y chequear el valor de las señales de salida de la puerta AND antes y después de un optoacoplador. Nota: Una vez más, se recomienda aislar a nivel de alimentaciones ambos lados del acoplamiento.

## Práctica 4

**Título:** Desarrollo de un circuito “marcha-paro” con puertas lógicas

**Tiempo estimado :** 80 min

### Objetivos:

- Desarrollar un circuito de complejidad media con puertas lógicas.
- Diferenciar entre la parte de control digital y de potencia en una aplicación industrial típica.
- Entender como funciona un “enclavamiento eléctrico”.
- Aplicar la realimentación de circuitos para realizar los enclavamientos

### Escenario

Frecuentemente nos encontraremos con una aplicación donde queremos activar un dispositivo, y que este se quede alimentado permanentemente sólo pusando un botón. De alguna manera podemos entender esto como almacenar un “estado” o modo de funcionamiento en algún tipo de memoria. Esto se hace habitualmente valiéndonos de configuraciones eléctricas que usan “realimentaciones” de la salida a las entradas para que el circuito quede bloqueado en un estado estable.

En la práctica esta operación puede hacerse directamente mediante circuitos eléctricos de potencia, relés y contactores, o mediante un circuito de control separado de los elementos de potencia. Esta segunda situación es la que abordaremos en esta práctica y la preferida cuando queremos llevar los controles de mando a consolas que los operarios van a tener en la mano o situaciones similares donde no interesa manejar dispositivos de 230v o 400v. Las normativas de seguridad, en ocasiones, también nos obligarán a este tipo de soluciones.



Fig 4.1. Pulsador de marcha/paro típico. A nivel eléctrico ya nos provee un contacto N.A. y un contacto N.C.

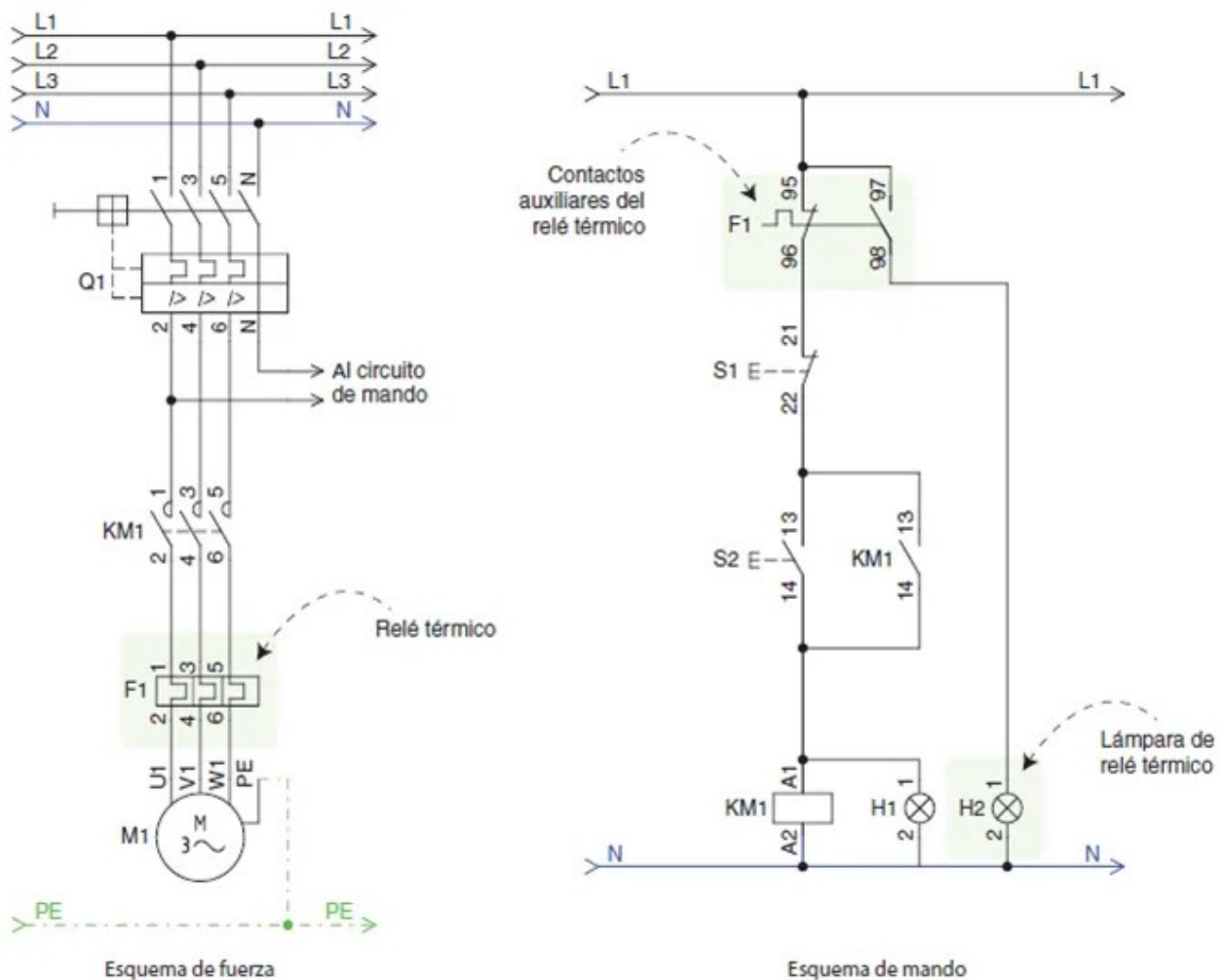


Fig 4.2. Esquema de mando y fuerza para un circuito marcha/paro de arranque de un motor trifásico.

El esquema típico de una conexión marcha/paro se muestra en la figura 4.2. En nuestro caso prescindiremos de los contactos asociados al relé térmico que es un dispositivo de protección y nos centraremos sólo en la parte de los botones de marcha y paro, S1 y S2, y el contacto auxiliar KM1 que es un contacto que “copia” el estado del relé/contactador KM1.

La fórmula, por tanto que ejecuta el circuito de arriba es:

$$KM1 = \text{NOT}(S1) \text{ AND } ( S2 \text{ OR } KM1) \quad (\text{Fórmula (a)})$$

### Desarrollo:

1) Analiza el circuito en 4.2 y comprende donde nace la realimentación de KM1. Para ello puede ser necesario que investigues brevemente cómo funciona un contactor (o equivalentemente un relé mecánico).



- 2) Considera el esquema de mando de la Fig. 4.2 y la Fórmula (a) para diseñar un circuito eléctrico basado en puertas lógicas. Consideraremos resultados de las prácticas anteriores como las resistencias de *apoyo* (*pull-up* o *push-up*).
- 3) Implementa el circuito con las puertas lógicas necesarias y chequea su funcionamiento.

### **Componentes:**

Implementar el circuito con las puertas disponibles en el laboratorio:

HEF4081BP. 2in AND

HEF4069 inverters

HEF4011BP NAND

HEF4071BP OR

LED

Resistencias

*Nota: Utilizar los resultados de las prácticas anteriores para la incorporación de los componentes de forma adecuada.*

### **Cuestiones:**

- Explica con tus propias palabras el funcionamiento del circuito desarrollado y los principios en los que se basa. Incluye un análisis del concepto de enclavamiento eléctrico. Un circuito similar en el aspecto de la realimentación es el concepto que se utiliza para construir elementos de memoria. Razona en qué medida se está construyendo un elemento capaz de retener un estado.