

Problema 1. (2017-05).

Tenemos un invernadero del que queremos controlar la temperatura y humedad. Queremos mantener el invernadero entre 20°C y 30°C, y la humedad relativa por debajo del 80%. Una humedad alta es perjudicial para las plantas, así como temperaturas muy altas o bajas.

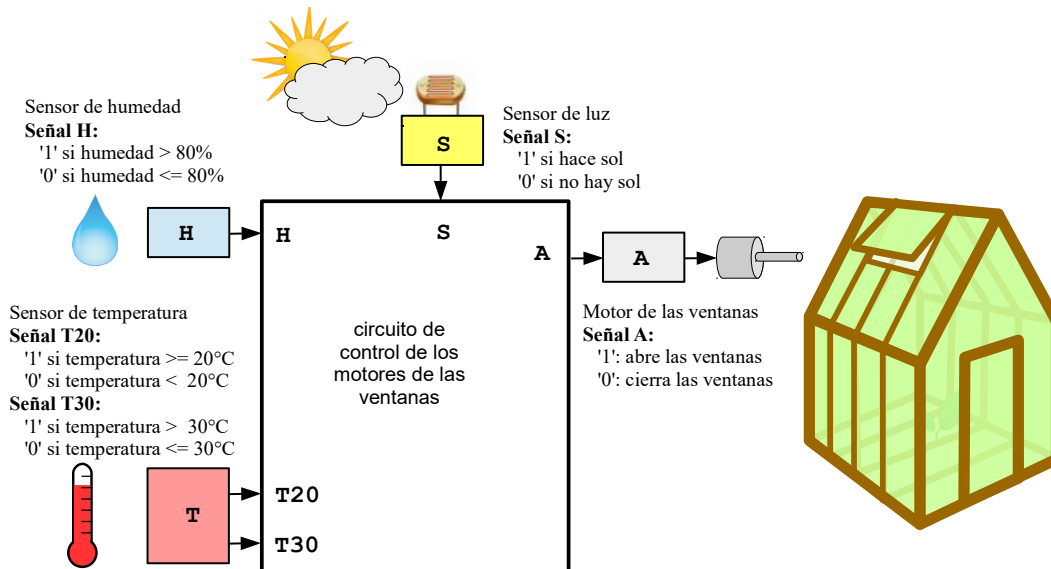
Para ello disponemos de un sensor de temperatura, un sensor de humedad y un sensor de luz que nos proporcionan las siguientes entradas:

- T20: vale '1' si la temperatura es mayor o igual a 20°C. Si es menor de 20°C vale '0'
- T30: vale '1' si la temperatura es mayor de 30°C. Si es menor o igual de 30°C vale '0'
- H: vale '1' si la humedad relativa es mayor del 80%. Si es menor o igual del 80% vale '0'
- S: vale '1' si hace sol. Si está nublado o es de noche vale '0'.

Para controlar la humedad y la temperatura disponemos de unos motores que abren unas ventanas que hacen que se ventile el invernadero, con ello conseguimos que se reduzca la temperatura y la humedad, ya que entrará aire más frío y seco.

Por otro lado tenemos el sol, si hace sol el invernadero se calentará más rápidamente. Si no hace sol, se calentará más lentamente o incluso se enfriará.

Activaremos los motores para abrir las ventanas con la señal A, que la pondremos a '1' cuando queramos abrir las ventanas y '0' cuando las queramos cerrar.



Estas son las condiciones para las cuales abriremos las ventanas ($A=1$) del invernadero:

- Siempre que la temperatura sea alta ($T > 30^\circ\text{C}$) pues el invernadero está muy caliente y necesitamos que entre aire frío.
- Cuando la temperatura sea óptima ($20^\circ\text{C} \leq T \leq 30^\circ\text{C}$) abriremos las ventanas cuando haya mucha humedad, es decir, cuando la humedad relativa supere el 80%. Lo haremos independientemente de que haga sol o no, pues la temperatura del invernadero es buena, y nos interesa bajar la humedad. Si la humedad es menor o igual al 80% las ventanas se mantendrán cerradas.
- Cuando la temperatura sea baja ($T < 20^\circ\text{C}$), el invernadero está muy frío y sólo abriremos las ventanas cuando la humedad relativa supere el 80% y haga sol. Como el invernadero está frío, no queremos que se nos enfríe todavía más el invernadero si no hace sol. Si hace sol, el invernadero se calentará en poco tiempo, por lo que no hay problema por abrir las ventanas hasta que baje la humedad.

Se pide:

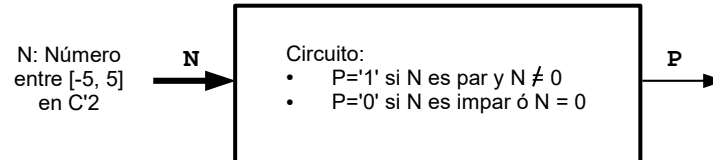
- Realizar la tabla de verdad de la señal que controla los motores (A) que abren y cierran las ventanas, a partir de las señales de entrada: T20, T30, S, H. Razonar los resultados.
- Hacer el mapa de Karnaugh y obtener la expresión reducida en Suma de Productos
- Representar el circuito simplificado en puertas lógicas

Problema 2. (2017-06).

Se necesita hacer un circuito digital que acepte un número N cuyo rango va entre -5 y 5, ambos incluidos ($N \in [-5, 5]$), y está codificado en complemento a 2.

El circuito debe generar una salida P de modo que:

- P sea '1' cuando N sea par, excepto cuando N sea cero, que para este caso la salida será '0'.
- P sea '0' cuando N sea impar o N sea cero.



Se pide:

- Indicar el número de bits del número N
- Realizar la tabla de verdad de la señal P a partir del número N . Indicar a qué número decimal se corresponde cada caso.
- Hacer el mapa de Karnaugh y obtener la expresión reducida en Suma de Productos
- Representar el circuito simplificado en puertas lógicas

Nota 1: Si no sabes obtener el número en complemento a dos, indícalo y realiza el ejercicio como si el número recibido estuviese en signo-magnitud. El rango de N permanece igual ($N \in [-5, 5]$) y el resto de condiciones también.

Nota 2: Si tampoco sabes obtener el número en signo-magnitud, indícalo y realiza el ejercicio como si el número recibido estuviese en binario puro. El rango de números recibidos será entre 0 y 10, ambos incluidos ($N \in [0, 10]$). El resto de condiciones permanece igual.

Problema 3. (2018-05).

Se quiere realizar el control de un semáforo para la incorporación desde una vía secundaria a una principal.

La vía principal tiene mucho tráfico, así que por defecto el semáforo de la vía secundaria estará en rojo

Para el control del semáforo nos llegan tres señales de la vía secundaria y una de la vía principal.

Las señales de la vía secundaria son las siguientes:

- **DS:** Detector de vehículos de la vía secundaria. Esta señal vale '1' cuando se detecta que hay vehículos en la vía secundaria. Ya sea que se están aproximando al semáforo de la vía secundaria o que estén detenidos en el semáforo de la vía secundaria (en caso de que el semáforo esté en rojo).
- **TS:** Superación del tiempo de espera de la vía secundaria. Esta señal vale '1' cuando hay vehículos esperando en el semáforo en rojo de la vía secundaria y llevan esperando más de un minuto.
- **ES:** Vehículo de emergencia en la vía secundaria. Esta señal vale '1' cuando por la vía secundaria se detecta que se aproxima un vehículo de emergencia.

La señal de la vía principal es la siguiente:

- **DP:** Detector de vehículos de la vía principal. Esta señal vale '1' cuando se detecta que hay vehículos en la vía principal. Ya sea que se están aproximando al semáforo de la vía principal o que estén detenidos en el semáforo de la vía principal (en caso de que el semáforo esté en rojo).

Se quiere realizar un circuito que controle la señal de verde del semáforo de la vía secundaria (VS). Esta señal valdrá '1' cuando el semáforo de la vía secundaria se quiera poner en verde, y '0' cuando se quiera poner en rojo.

Las condiciones de funcionamiento del semáforo de la vía secundaria son las siguientes:

- Si no hay vehículos en la vía secundaria, el semáforo de la vía secundaria estará en rojo
- Si hay vehículos en la vía secundaria y no hay vehículos en la vía principal, el semáforo de la vía secundaria estará en verde
- Si hay vehículos en ambas vías, pero los vehículos de la vía secundaria llevan esperando menos de 1 minuto, el semáforo de la vía secundaria estará en rojo
- Si hay vehículos en ambas vías y los vehículos de la vía secundaria llevan esperando un minuto o más, el semáforo de la vía secundaria se pondrá en verde
- Si por la vía secundaria viene un vehículo de emergencia, el semáforo de la vía secundaria se pondrá en verde, independientemente de que haya vehículos en la vía principal

Se pide:

- a) Realizar la tabla de verdad de la señal que controla la luz verde del semáforo de la vía secundaria (VS) a partir de las señales de entrada: DS, TS, ES, DP. Razonar los resultados.
- b) Hacer el mapa de Karnaugh y obtener la expresión reducida en Suma de Productos
- c) Representar el circuito simplificado en puertas lógicas

Nota: El circuito real sería más complejo y tendría que incluir temporizaciones para mantener los semáforos en verde un tiempo mínimo. Para simplificar el examen el circuito se debe realizar con las condiciones expuestas.

Problema 4. (2018-06).

Se necesita hacer un circuito digital que acepte un número N y que indique si el número es múltiplo o divisor de 3. El rango del número N va entre -4 y 6, ambos incluidos ($N \in [-4, 6]$), y el número N está codificado en complemento a 2.

El circuito debe generar una salida T de modo que:

- T será '1' cuando N sea múltiplo o divisor de 3.
Los múltiplos y divisores pueden ser tanto positivos como negativos.
- T será '0' cuando no se cumpla el caso anterior

Se pide:

- a) Indicar el número de bits del número N
- b) Realizar la tabla de verdad de la señal T a partir del número N . Indicar a qué número en base decimal se corresponde cada caso.
- c) Hacer el mapa de Karnaugh y obtener la expresión reducida en Suma de Productos
- d) Representar el circuito simplificado en puertas lógicas

Nota 1: Si no sabes obtener el número en complemento a dos, indícalo y realiza el ejercicio como si el número recibido estuviese en signo-magnitud. El rango de N permanece igual ($N \in [-4, 6]$) y el resto de condiciones también.

Nota 2: Si tampoco sabes obtener el número en signo-magnitud, indícalo y realiza el ejercicio como si el número recibido estuviese en binario puro. El rango de números recibidos será entre 0 y 9, ambos incluidos ($N \in [0, 9]$). El resto de condiciones permanece igual.

Problema 5. (2019-05).

Se quiere implementar el control de un coche que sigue una línea negra pintada sobre un suelo blanco. El coche tiene dos ruedas motrices delanteras independientes (ver figura 1), de modo que si se quiere ir a la derecha el coche tendrá que girar la rueda izquierda a mayor velocidad que la derecha (figura 3). Mientras que para ir a la izquierda, la rueda derecha girará a mayor velocidad (figura 4). Para ir en línea recta ambas ruedas girarán a la misma velocidad (figura 2).

Para detectar la línea negra se han dispuesto 4 sensores ópticos que captan la reflectividad del suelo. Si el sensor óptico está sobre la línea negra devolverá un '1' lógico, y en caso contrario devolverá un '0' lógico.

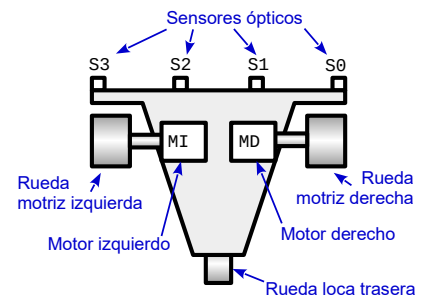
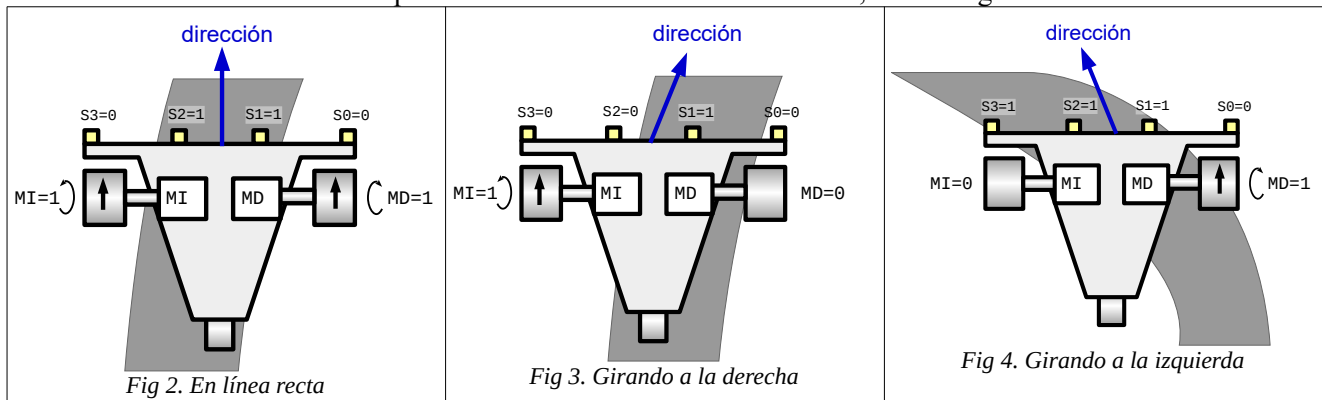


Fig 1. Esquema del coche

Los sensores ópticos se sitúan en la parte delantera del coche como muestra la figura 1.

Aunque el coche requiere un control más avanzado, para no complicar el problema de este examen se van a realizar unas simplificaciones. El control será el siguiente:

- Si los dos sensores centrales S2 y S1 están sobre la línea negra y los dos sensores de los extremos (S3 y S0) están sobre suelo blanco, el coche deberá ir en línea recta y ambos motores se activarán: $MI=1$, $MD=1$. Esto es lo que sucede en la figura 2.
- Si uno de los sensores centrales está sobre la línea negra y el otro sobre blanco, el coche girará de modo que acerque el sensor que está sobre blanco a la línea negra. Para hacer esto activará el motor contrario al sensor que está sobre la línea negra, mientras que el otro motor se desactivará. Ver figura 3. (*Esto es una simplificación, lo correcto sería reducir la velocidad del motor, pero no pararlo*).
- La línea negra es más ancha que la distancia entre dos sensores contiguos, por lo tanto si el coche está sobre la línea negra, ésta siempre se detectará al menos por uno de los sensores. En caso de que ningún sensor detecte la línea negra significará que el coche se ha salido completamente de la línea y ambos motores se detendrán: $MI=0$, $MD=0$.
- Cuando el coche está sobre la línea negra, será detectado por uno, dos o tres sensores, pero nunca por 4 sensores simultáneamente. Ejemplos de estos casos son: detectado por un sensor (figura 3), dos sensores (figura 2), y hasta 3 sensores (figura 4). Pero nunca por los 4 sensores.
- La línea es continua, por lo tanto los sensores que detectarán la línea siempre serán contiguos. Es decir, por ejemplo, en un instante no sería posible que los sensores S3 y S1 detectasen la línea, pero no la detectase el sensor S2 que está en medio.
- Cuando la línea sea detectada por uno de los sensores de los extremos, el coche girará en esa dirección.



Se pide:

- Realizar la tabla de verdad de las dos señales que controlan los motores izquierdo (MI) y derecho (MD), a partir de los sensores de entrada: S3, S2, S1, S0. Razonar los resultados.
- Hacer el mapa de Karnaugh para la salida que acciona el motor derecho (MD) y obtener la expresión reducida en Suma de Productos
- Representar el circuito simplificado en puertas lógicas para el motor derecho (MD)

Problema 6. (2019-06).

Se necesita hacer un circuito digital que acepte un número N y que devuelva un '1' si el número es primo o si es un número primo negado (ya que en realidad los números negativos no son primos). El rango del número N de entrada va entre -5 y 5, ambos incluidos ($N \in [-5, 5]$), y el número N está codificado en complemento a 2.

El circuito debe generar una salida P de modo que:

- P será '1' cuando N sea primo: 2, 3,...
- P será '1' cuando N sea un número primo negado: -2, -3, ...
- P será '0' en el resto de casos posibles. Esto incluye el 0, 1, -1, 4, -4, .. y el resto de números no primos posibles

Se pide:

- a) Indicar el número de bits del número N
- b) Realizar la tabla de verdad que genere la señal P a partir del número N . Indicar a qué número en base decimal se corresponde cada caso.
- c) Hacer el mapa de Karnaugh y obtener la expresión reducida en Suma de Productos
- d) Representar el circuito simplificado en puertas lógicas



Felipe Machado

Enunciados ejercicios minimización usando mapas de Karnaugh

doi:[10.5281/zenodo.3912052](https://doi.org/10.5281/zenodo.3912052)