

# Maqueta del **Túnel de lavado automático**

Descripción de la maqueta y  
especificaciones de funcionamiento

(Versión 2.1 – 5 de marzo de 2017)

# Índice

<b>Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>Descripción general .....</b>	<b>4</b>
<b>Especificaciones operativas.....</b>	<b>5</b>
<b>Descripción de los sensores y actuadores.....</b>	<b>7</b>
Motores .....	7
Sensores ópticos.....	8
Sensores mecánicos (microinterruptores) .....	8
<b>Descripción de las zonas .....</b>	<b>9</b>
Entrada.....	9
Lavado vertical .....	10
Lavado horizontal.....	10
Secado .....	12
Salida .....	13
Cinta de arrastre, parada de emergencia y otros .....	14
<b>Conexión entre el microprocesador y la maqueta .....</b>	<b>15</b>
<b>Problemas conocidos y posibles soluciones .....</b>	<b>18</b>
Iluminación ambiental.....	18
Rebotes sobre en los sensores .....	18
<b>Recomendaciones sobre el desarrollo .....</b>	<b>19</b>
<b>Roturas en el equipo.....</b>	<b>19</b>
<b>Fechas límite y método evaluación.....</b>	<b>19</b>
<b>Apéndice I.....</b>	<b>20</b>
Descripción del circuito de los sensores ópticos .....	20
Descripción del circuito de control de los motores.....	22

## Historial de versiones

Versión	Fecha	Autor	Comentarios
1.0	20/04/2005	Yago Torroja	Versión inicial
1.1	18/05/2005	Yago Torroja	Añadidos esquemas del apéndice
1.2	24/05/2005	Yago Torroja	Añadidos placas de interconexión y pequeñas correcciones
2.0	05/03/2015	Yago Torroja y Javier Rama	Reestructuración del documento y pequeñas correcciones.
2.1	05/04/2017	Yago Torroja	Pequeñas correcciones.

## Introducción

La maqueta del túnel de lavado representa un sistema de lavado automático de turismos como los que se suelen encontrar en las estaciones de servicio. Existen dos tipos básicos de sistemas de lavado automático de vehículos:

- Aquellos donde el vehículo se mantiene estático, siendo los elementos de lavado (rodillos, secadores, etc.) los que se mueven.
- Aquellos en los que los elementos de lavado se encuentran fijos, mientras que el vehículo es arrastrado a través de los diferentes elementos.

La maqueta del túnel de lavado modela uno de estos últimos, que tienen como ventaja que permiten lavar varios vehículos al mismo tiempo (mientras uno está en la zona de lavado, por ejemplo, otro puede estar en la de secado).

La idea de este modelo es que pueda ser utilizado como plataforma de aprendizaje de sistemas de control, estando inicialmente orientado hacia la experimentación con **sistemas microprocesadores**. La maqueta ha sido diseñada teniendo en mente un modo específico de operación (que se detalla más adelante), lo que no quiere decir que quienes la utilicen no encuentren una forma mejor de hacer funcionar el sistema. Si se encuentran soluciones mejores a las que aquí se plantean (más bonitas, más sencillas, más rápidas...), no se deberá dudar en aplicarlas. Asimismo, cualquier sugerencia que permita mejorar tanto la maqueta del túnel de lavado como este documento, será bienvenida.

**Muy importante:** Para evitar daños en el equipo o en las personas, leed con detalle las recomendaciones sobre su manejo en este documento.

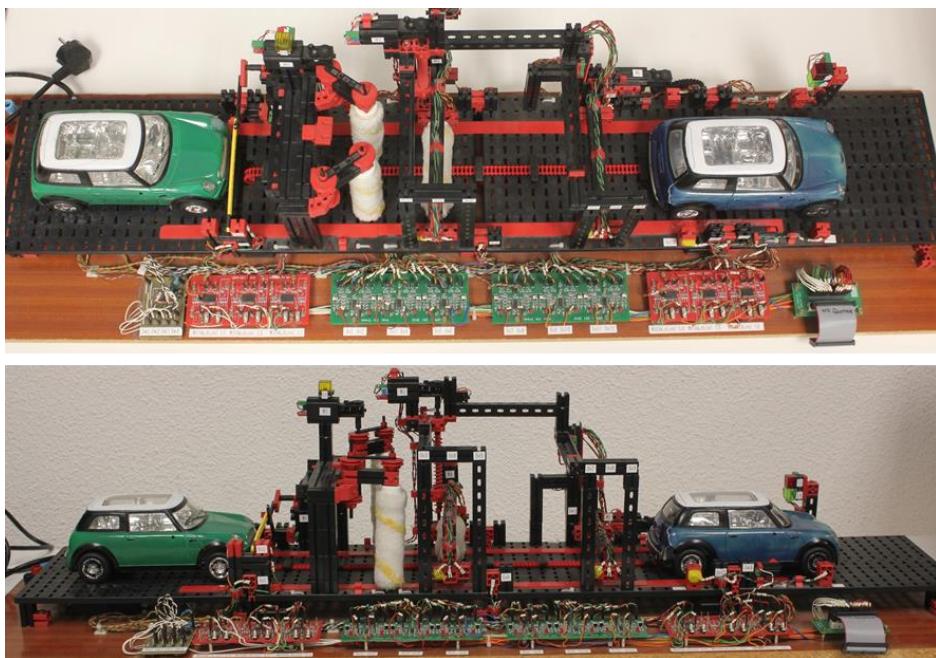


Figura 1: Vista general de la maqueta del túnel de lavado.

## Descripción general

El túnel de lavado dispone de 5 zonas diferenciadas:

- **Entrada:** formada por la barrera de entrada.
- **Lavado vertical:** formado por dos rodillos verticales de lavado.
- **Lavado horizontal:** formado por un rodillo horizontal de lavado.
- **Secado:** formado por una barra horizontal que simula un secador.
- **Salida:** formada por un semáforo.

También cuenta con otros elementos a lo largo de la maqueta:

- Una **cinta de arrastre** de vehículos, desde la entrada hasta la salida.
- Una luz de **funcionamiento**.
- Un botón de **parada de emergencia**.

Además, dispone de los sensores adecuados para identificar el paso de los vehículos por los distintos elementos, así como de sensores para seguir el perfil del vehículo con el rodillo de lavado horizontal o el secador. En total el sistema dispone de los siguientes elementos:

- Seis **motores** de corriente continua (M1 a M6).
- Doce sensores de tipo **barrera óptica** (SO1 a SO12).
- Cuatro sensores de tipo **microinterruptor** mecánico (SW1 a SW4).
- Tres **luces** (L1, L4 y L5).

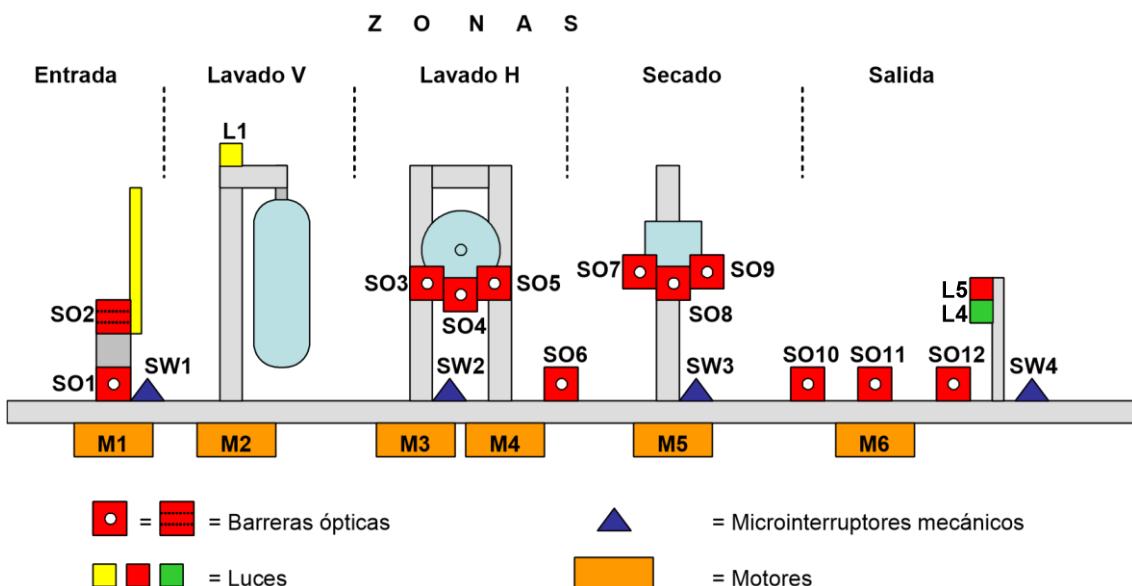


Figura 2: Vista general de la maqueta con las 5 zonas diferenciadas.

## Especificaciones operativas

En líneas generales, el sistema debe funcionar como sigue:

1. Cuando se detecta un vehículo a la entrada, y si el vehículo anterior ha avanzado *suficiente* en la zona de lavado vertical, se debe abrir la **barrera** de entrada para que el nuevo vehículo entre en el túnel. Se podría considerar *suficiente* esperar unos segundos después de que el vehículo abandone el sensor SO1.
2. Cuando un vehículo entra en el túnel, deben irse **activando** las diferentes zonas (rodillos verticales, rodillo horizontal y secador) según el vehículo vaya *llegando* a ellas, y se mantendrán activas hasta que se detecte que el vehículo ha superado dicha zona, **apagándose** después. Cada zona del túnel puede tener un criterio distinto para considerar que el vehículo *ha llegado*. En ocasiones se podrá consultar el estado de sensores ópticos fijos o incluso los propios sensores del rodillo horizontal y el secador.
3. El semáforo de salida debe mantenerse en **rojo** hasta que el vehículo que está terminando el lavado sea liberado de la cadena de arrastre, es decir, cuando la parte trasera del vehículo supere el sensor SO10. El semáforo se deberá poner entonces en **verde**.
4. Cuando el vehículo abandone completamente el túnel, es decir, cuando la parte trasera del vehículo supere el sensor SO12, el semáforo volverá a cambiar a **rojo**.
5. La **velocidad** de la cinta de arrastre debe regularse de forma que se optimice el rendimiento del túnel de lavado manteniendo al mismo tiempo un lavado de buena calidad. La velocidad recomendada es entre un 30 y un 50 por ciento de la velocidad máxima de la cinta.
6. La **luz de funcionamiento** L1 debe lucir de forma intermitente mientras algún elemento del sistema esté en funcionamiento. La

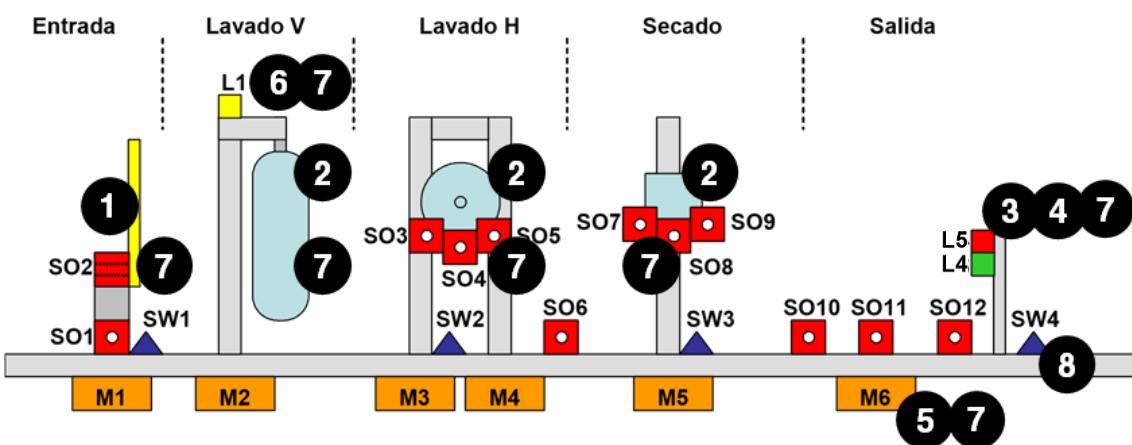


Figura 3: Vista general de la maqueta con sus especificaciones operativas.

frecuencia de destello será de 1 Hz aproximadamente (0,5 segundos encendida y 0,5 segundos apagada).

7. En el proceso de **inicialización** del túnel, deben llevarse todos los elementos a su posición de reposo (rodillos verticales apagados, rodillo horizontal y secador apagados y abajo, semáforos apagados, cinta parada, barrera de entrada bajada y luz de funcionamiento emitiendo un destello de 0,5 segundos cada 10 segundos).
8. El **botón de emergencia** (SW4) debe detener el sistema completamente, y sólo se podrá reiniciar mediante un *reset hardware* (se supone que, si fuese necesario, los operarios del túnel podrían activar de forma manual los distintos elementos del sistema).
  - Aunque sólo se dispone de un modelo de vehículo, se intentará que sistema lave adecuadamente los distintos modelos que pudieran aparecer (p.ej.: vehículos con alerones traseros, un coche introducido marcha atrás, etc.).
  - Además, el sistema debe evitar que los vehículos o el sistema sean dañados por un **mal funcionamiento**.
  - Finalmente, los diferentes elementos deben estar activados el menor tiempo posible para reducir los costes de operación.

## Descripción de los sensores y actuadores

### Motores

Nombrados con la letra M seguida de un número (ej. M1), todos los motores son de corriente continua, alimentados a 9V. Disponen de tres señales de control que permiten controlar la dirección de giro (DI), la habilitación del motor (EN) y el frenado dinámico (BK). Estas señales son activas a nivel alto, y en caso de no se desee utilizar alguna de ellas, es posible mantenerlas a sus niveles inactivos mediante jumpers (selectores). La siguiente tabla resume la funcionalidad de estas señales:

Señal	Descripción	si '1'	si '0'
EN	Habilitación	Motor ON	Motor OFF
DI	Dirección de giro	Giro derecha	Giro izquierda
BK	Frenado dinámico	Activado	Desactivado

Para reducir el número de señales a controlar, se recomienda utilizar sólo las señales de dirección (DI), y habilitación (EN), mientras que la de frenado dinámico (BK) no se utilizará.

Por seguridad, los motores disponen de un LED indicativo de sobrecorriente. En funcionamiento normal, dicho LED debería estar apagado, pudiéndose encender de forma momentánea en los arranques (o en las paradas si se utilizara frenado dinámico). Aunque los circuitos controladores de los motores están protegidos contra sobrecorriente, se recomienda verificar el estado de estos LED para asegurarse de que se está operando correctamente.

Nota: En el Apéndice I se puede encontrar el esquema y una breve explicación de los circuitos de control utilizados para los motores, así como de los sensores ópticos.

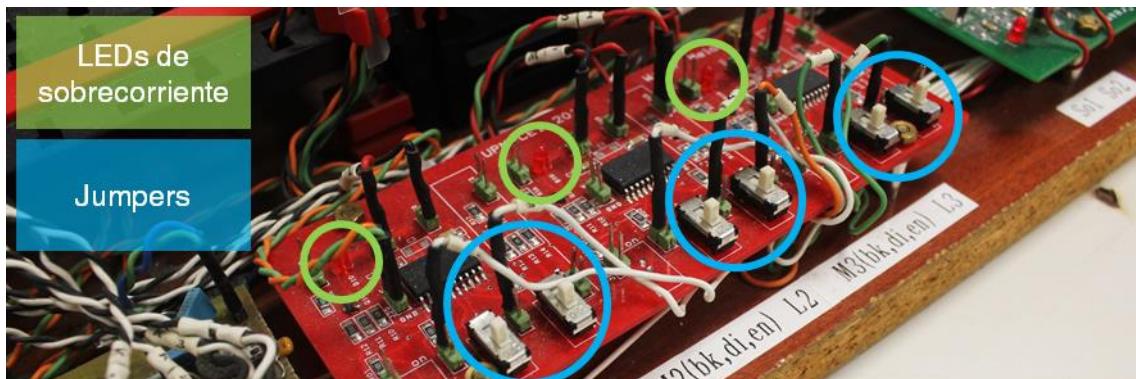


Figura 4: Detalle de los LEDs de sobrecorriente y los jumpers.

## Sensores ópticos

Nombrados con las letras SO seguidas de un número (ej. SO1), todos los sensores ópticos son de tipo *barrera*, es decir, detectan si un objeto corta el haz de luz infrarroja. Los sensores devuelven un nivel lógico ‘1’ cuando el haz no está interrumpido, y un ‘0’ cuando algún objeto interrumpe el haz. Estos sensores disponen de un LED que permite comprobar su estado.

Los circuitos de los sensores ópticos están diseñados de forma que la luz ambiente interfiera lo menos posible, pero algunas condiciones de iluminación podrían producir lecturas erróneas (ver Problemas detectados y posibles soluciones al final del documento).

Nota: En el Apéndice I se puede encontrar el esquema y una breve explicación de los circuitos diseñados para los sensores ópticos.

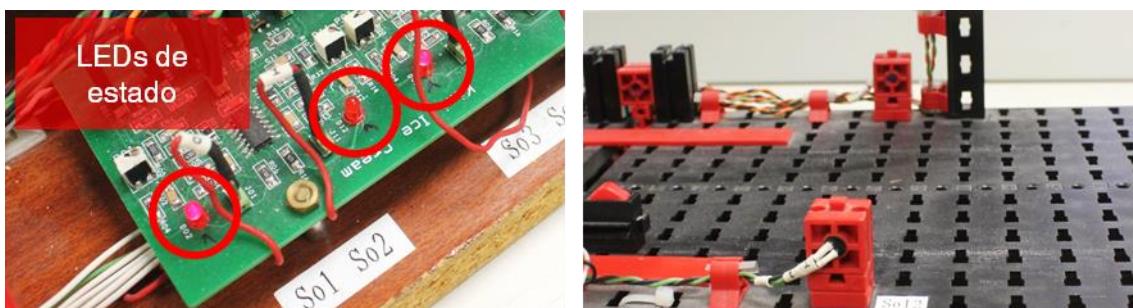


Figura 5: Detalle de los LEDs de estado de los sensores y un sensor de barrera.

## Sensores mecánicos (microinterruptores)

Nombrados con las letras SW seguidas de un número (ej. SW1), todos los sensores mecánicos están pensados para que sean activos a nivel bajo (al igual que los sensores ópticos), de forma que devuelven un ‘0’ lógico cuando se produce un evento (final de carrera, pulsador de emergencia...), y un ‘1’ lógico en caso contrario. La circuitería de los microinterruptores no incluye ningún mecanismo para evitar rebotes, por los que es posible que en algunos casos se produzcan lecturas erróneas (ver Problemas detectados y posibles soluciones al final del documento).

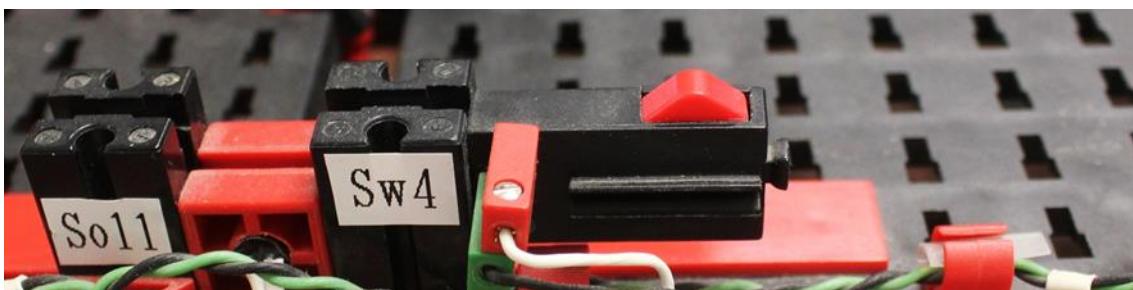


Figura 6: Detalle de un microinterruptor.

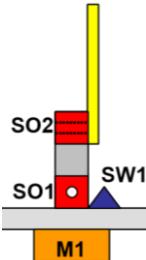
## Descripción de las zonas

A continuación se detallan los elementos que componen cada zona del lavadero y la funcionalidad que se espera de ellos.

### Entrada

Está formada por el motor M1, los sensores ópticos SO1 y SO2, y el microinterruptor SW1.

**Motor M1:** Permite abrir y cerrar la barrera. Sólo se deberá actuar sobre la señal EN de este motor, y no es necesario controlar la dirección de giro ya que, si se mantiene el motor encendido, la barrera se abrirá y cerrará de forma cíclica. Existe un sensor (SO2) que permite identificar si la barrera está completamente bajada, y un microinterruptor (SW1), que genera cuatro pulsos por cada ciclo de apertura y cierre de la barrera (ver su descripción más adelante).



**Sensor SO1:** Este sensor se encuentra a ras de suelo en la zona de entrada, y permitirá detectar cuándo un vehículo se encuentra frente a la barrera.

**Sensor SO2:** Este sensor está colocado de forma que permite detectar cuándo la barrera de entrada está en su posición de completamente cerrada.

**Sensor SW1:** Este sensor mecánico genera un total de cuatro pulsos en cada ciclo completo de apertura y cierre de la barrera. La disposición mecánica del microinterruptor hace que los pulsos se generen de acuerdo a la secuencia que muestra la siguiente figura.

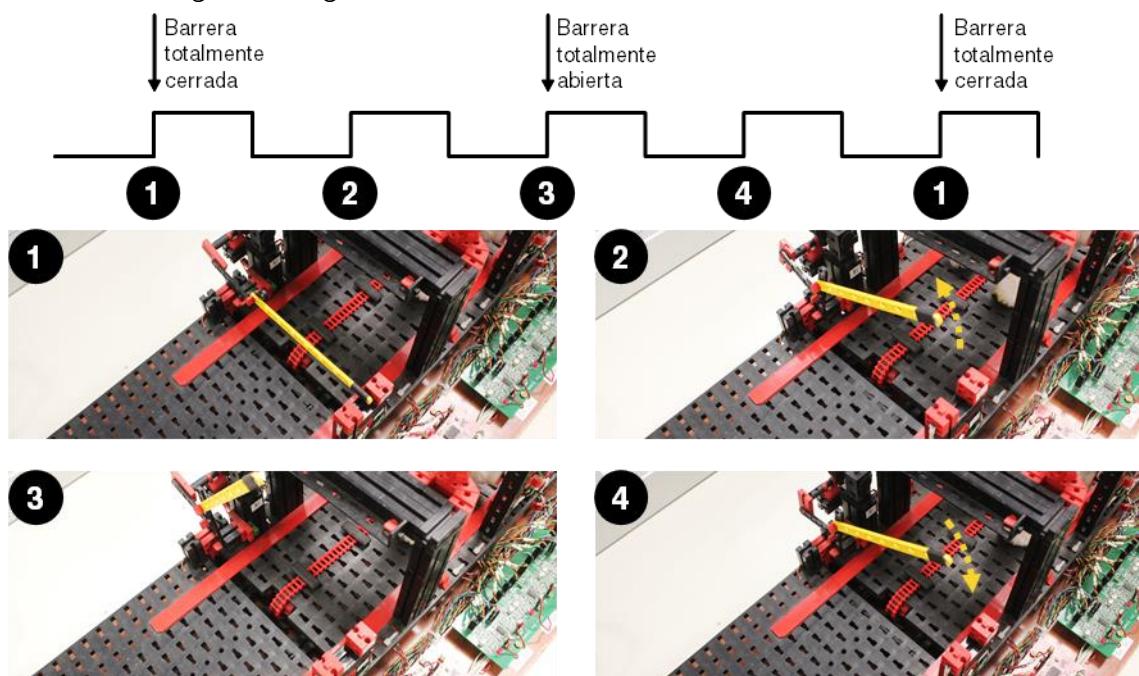


Figura 7: Ciclo completo de apertura y cierre de barrera. La señal corresponde a SW1.

## Lavado vertical

Está formado por el motor M2.

**Motor M2:** Actúa sobre los rodillos verticales de lavado. Normalmente no será necesario controlar su dirección de giro, sino sólo el encendido o apagado (señal EN). La dirección de giro deberá fijarse en la maqueta, mediante el jumper (o selector) correspondiente, de forma que se oponga al avance del vehículo. Por otra parte, y debido al montaje mecánico, esto hace que los rodillos tiendan a cerrarse sobre el vehículo que, al ir avanzando, fuerza su apertura.

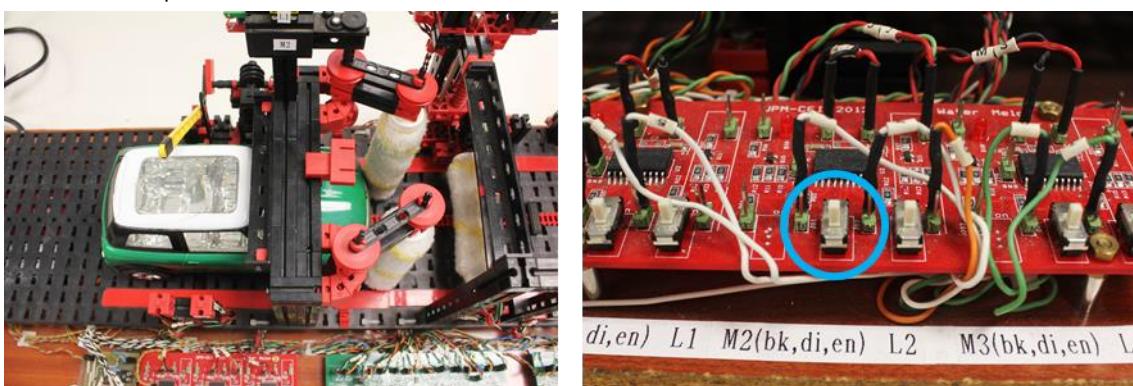
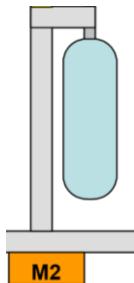
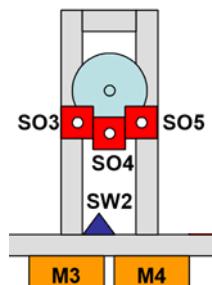


Figura 8: Rodillos verticales y jumper de la señal DI del motor M2.

## Lavado horizontal

Está formado por los motores M3 y M4, los sensores ópticos SO3, SO4 y SO5, y el microinterruptor SW2.

**Motor M3:** Actúa sobre la posición (altura) del rodillo horizontal. En este motor sí debe controlarse la dirección de giro, de forma que suba y baje adecuadamente el rodillo horizontal. Un nivel lógico '1' sobre la señal DI de este motor hace que el rodillo suba, mientras que un '0' hace que baje, siempre que esté habilitado, es decir, con la señal EN del motor. Este motor dispone de sensores mecánicos (SW2) de final de carrera, tanto para su tope inferior como para su tope superior. Los sensores están conectados de forma que si se alcanza un final de carrera el motor se detiene automáticamente, y sólo es posible hacerlo funcionar en dirección contraria. En cualquier caso, no debe aprovecharse esta circunstancia para el control del motor. Los sensores ópticos SO3, SO4 y SO5 se usarán para seguir el perfil del vehículo (ver la descripción de estas señales más adelante).



**Motor M4:** Este motor actúa sobre el giro del rodillo de lavado horizontal. No es necesario controlar su sentido de giro, pero sí fijarlo en la maqueta mediante su

jumper (o selector) correspondiente de forma que se oponga al avance del vehículo.

**Sensores SO3, SO4 y SO5:** Estos sensores se encuentran en el rodillo de lavado horizontal, y están dispuestos de forma que permitan implementar algoritmos para seguir el perfil del vehículo de forma adecuada.

**Sensor SW2:** Este sensor, formado realmente por dos microinterruptores, está situado en la estructura de soporte del rodillo de lavado horizontal, y detecta los finales de carrera tanto inferior como superior. Este sensor no sólo indica si se ha alcanzado el final de carrera, sino que además lleva una circuitería asociada que detiene el motor, y sólo permite su funcionamiento en sentido contrario (p.ej.: si se alcanza el final de carrera superior, sólo se podrá hacer funcionar el motor haciendo descender el rodillo). Este mecanismo de seguridad impide que se fuercen los motores y la mecánica, pero no deberá ser usado para hacer funcionar el sistema.

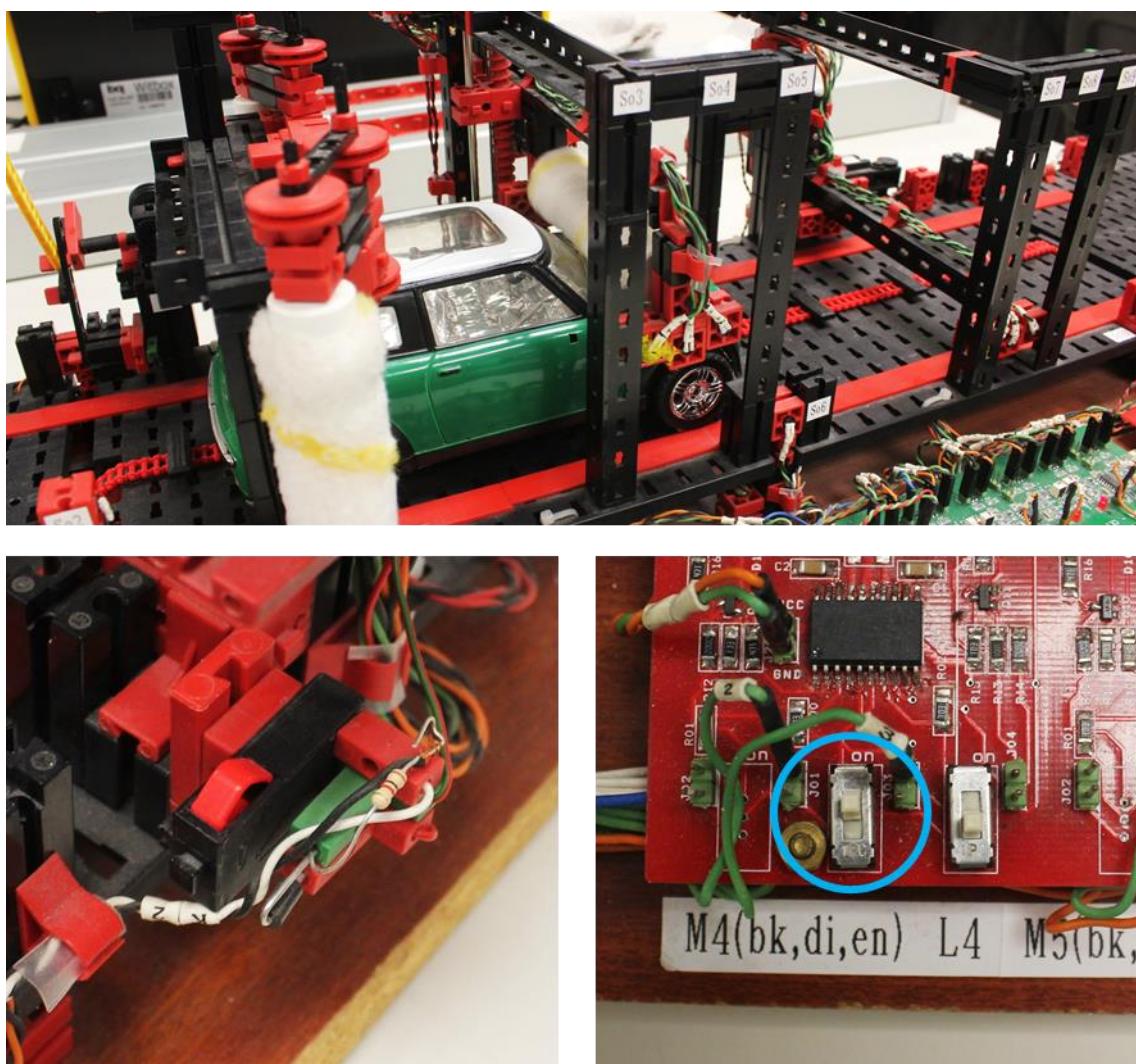
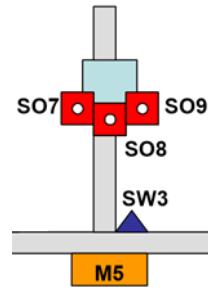


Figura 9: Rodillo horizontal, fin de carrera inferior (SW2) y jumper de dirección de M4.

## Secado

Está formado por el motor M5, los sensores ópticos SO7, SO8 y SO9, y el microinterruptor SW3.

**Motor M5:** Este motor actúa sobre el ventilador de secado, permitiéndole que suba y que baje de forma que pueda seguir el perfil del vehículo. En un principio, debería controlarse de forma análoga al motor M3, con la única consideración de que, debido al montaje mecánico, el ventilador sube y baja bastante más rápido que el rodillo horizontal. Para este motor, sus finales de carrera podrán ser detectados mediante la señal SW3, y su perfil podrá seguirse mediante los sensores ópticos SO7, SO8 y SO9.



**Sensores SO7, SO8 y SO9:** Estos sensores se encuentran en el secador, y al igual que los sensores del rodillo de lavado horizontal, permiten seguir el perfil del vehículo para realizar un secado adecuado.

**Sensor SW3:** Este sensor está situado en la estructura de soporte del ventilador de secado, y detecta los finales de carrera tanto inferior como superior. Funciona de manera análoga al sensor SW2 del lavado horizontal.

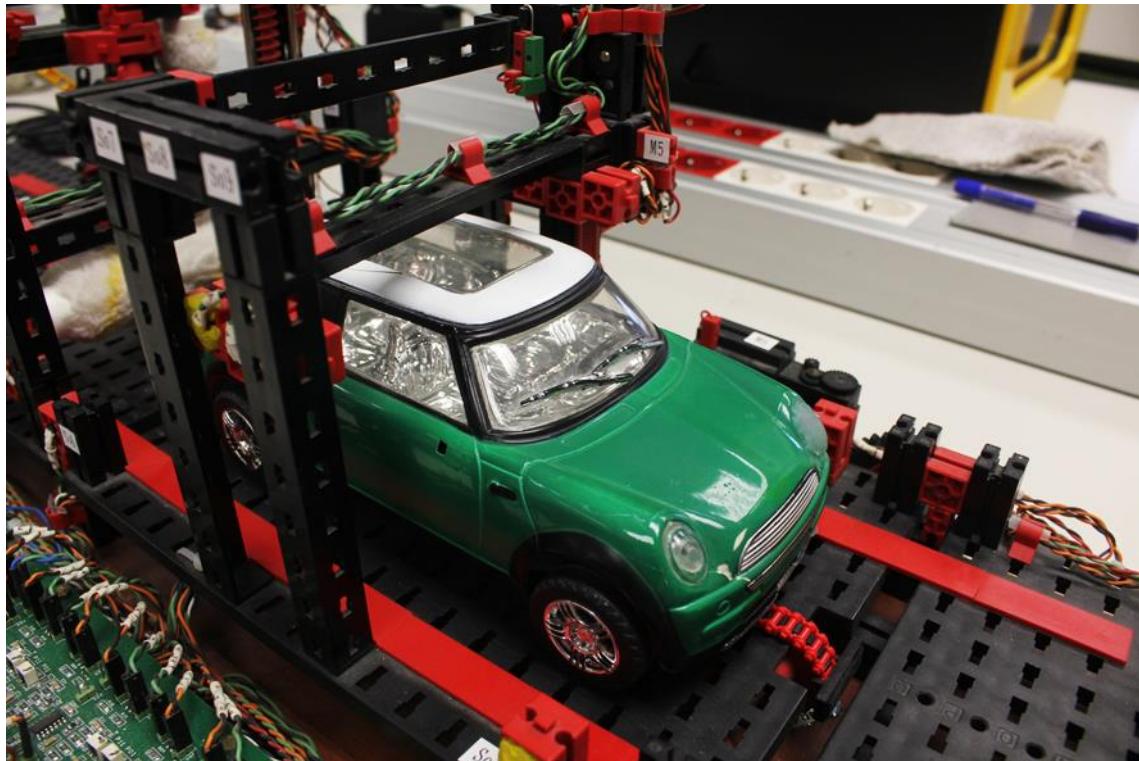
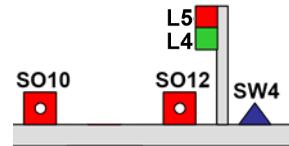


Figura 10: Zona de secado

## Salida

Está formado por los sensores ópticos SO10 y SO12, y los LEDs L4 y L5.

**Sensor SO10:** Este sensor se encuentra a ras de suelo en el límite entre la zona de secado y la de salida. Cuando la parte trasera de un vehículo deja de ser detectada por este sensor, eso indica que el vehículo ha quedado libre de la cinta de arrastre (lo normal será utilizar esta condición para indicar, mediante el semáforo de salida, que el vehículo puede abandonar del túnel de lavado).



**Sensor SO12:** Este sensor se encuentra a ras de suelo en la zona de salida, y está inicialmente previsto para identificar cuándo un vehículo abandona definitivamente el túnel.

**LED L4:** Es la luz verde del semáforo de salida. Deberá mantenerse encendida desde que la parte trasera del coche supera el sensor SO10 hasta que supera el sensor SO12. El resto del tiempo permanecerá apagada.

**LED L5:** Es la luz roja del semáforo de salida. Debe permanecer encendida mientras los coches son lavados hasta que la parte trasera del vehículo supera el sensor SO10. Entonces deberá apagarse y encender la luz verde (L5). Una vez que el vehículo supere el sensor SO12 deberá volver a encenderse esta luz.

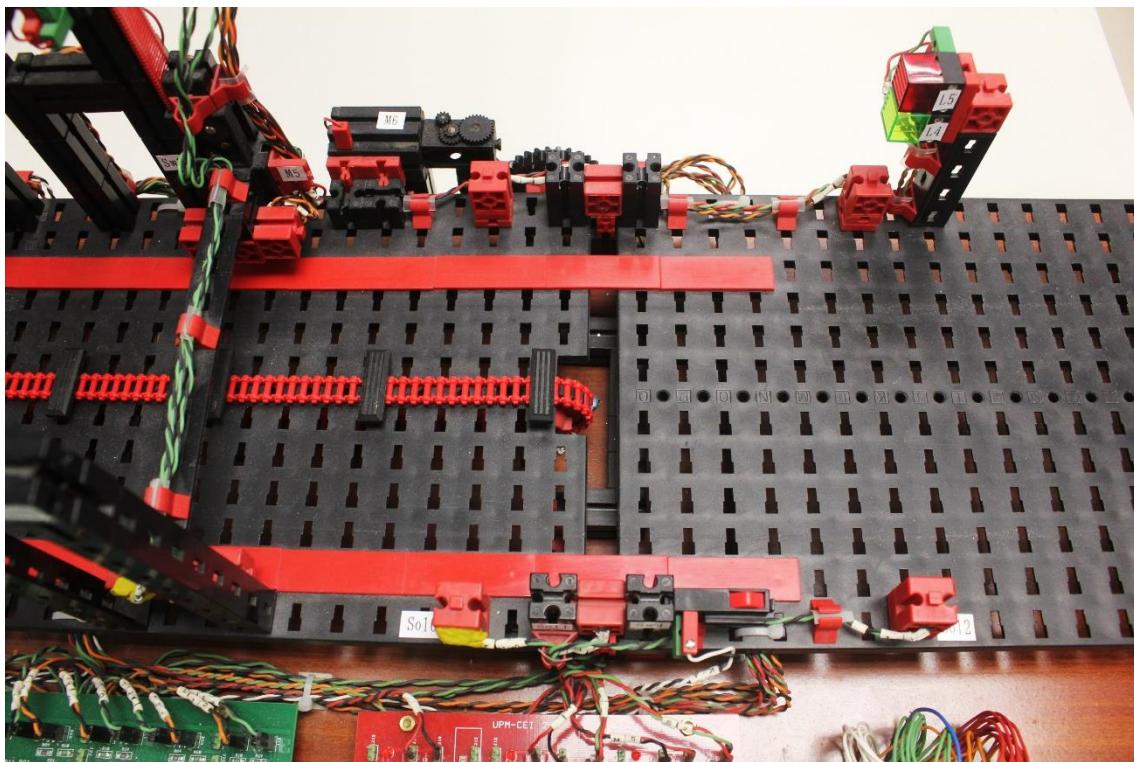


Figura 11: Zona de salida

## Cinta de arrastre, parada de emergencia y otros

**Motor M6:** Este motor actúa sobre la cinta de arrastre. En un principio, no es necesario controlar su dirección de giro (aunque si fijarla para que los vehículos avancen). Aunque la transmisión esta desmultiplicada, la velocidad de la cinta es demasiado rápida como para que el rodillo de lavado horizontal funcione adecuadamente (no así el secador, que sube y baja más rápido). Por esta razón, es necesario controlar la velocidad de la cinta de arrastre, que se recomienda establecer en torno a un 30 ó 50 por ciento de la velocidad máxima.

**Sensor SW4:** Este microinterruptor está situado físicamente en la zona de salida, y está previsto como botón de parada de emergencia.

**LED L1:** Debe lucir de forma intermitente mientras algún elemento del sistema esté en funcionamiento. La frecuencia de destello será de 1 Hz aproximadamente (0,5 segundos encendida y 0,5 segundos apagada). Si ningún elemento del sistema está en funcionamiento deberá indicarse que el túnel está operativo emitiendo un destello de 0,5 segundos cada 10 segundos.

**Sensor SO6:** Este sensor se encuentra a ras de suelo, entre las zonas de lavado horizontal y la zona de secado. Su utilidad no está claramente definida.

**Sensor SO11:** Este sensor se encuentra a ras de suelo en la zona de salida. En un principio, no tiene una utilidad claramente definida.

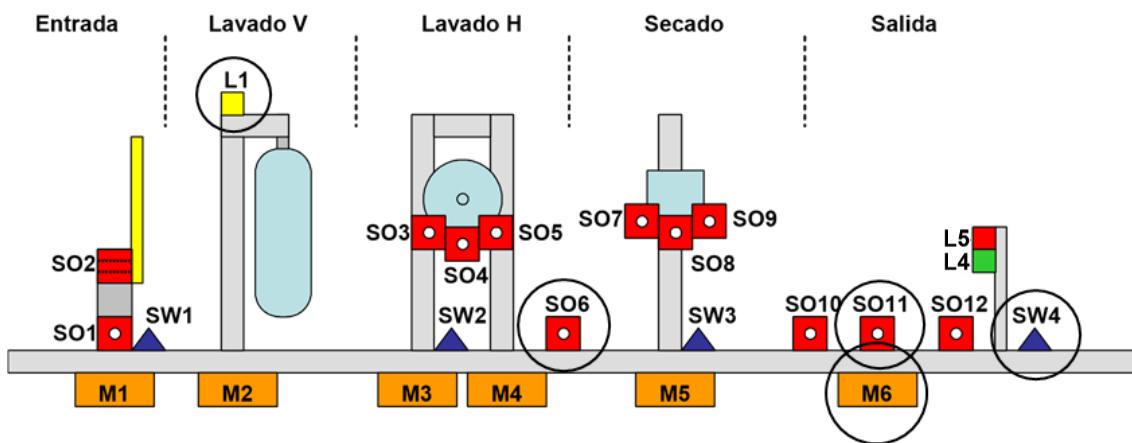
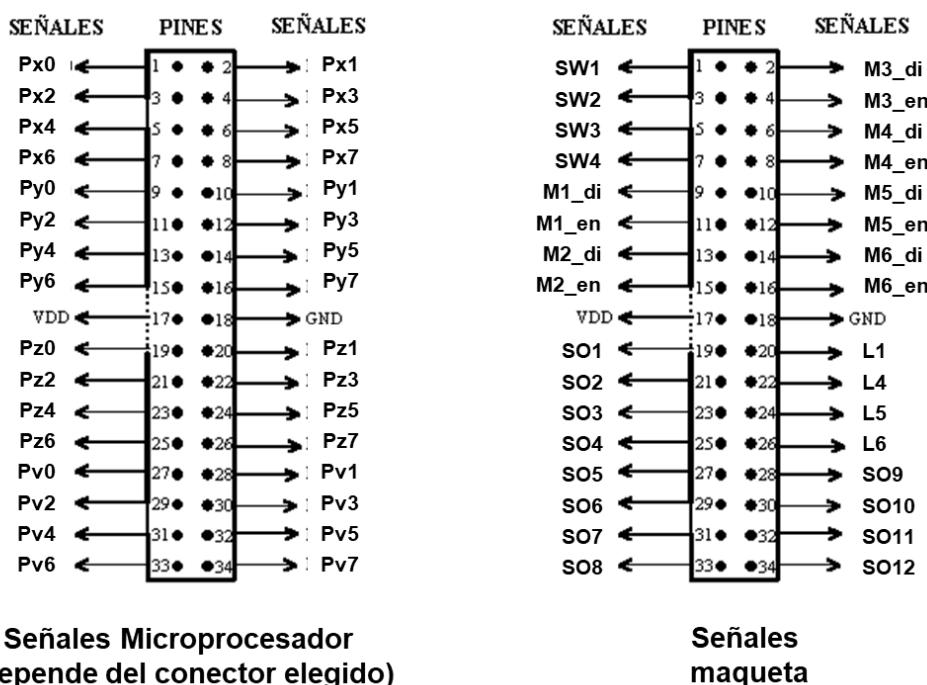


Figura 12: Motor M6, sensor SW4, led L1 y sensores SO6 y SO11.

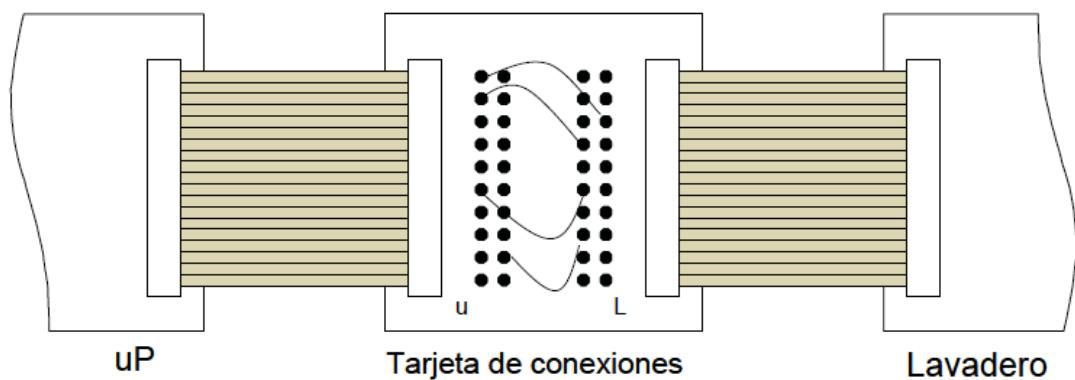
## Conexión entre el microprocesador y la maqueta

Todas las entradas/salidas están dispuestas en la parte inferior de las tarjetas de control de los motores y de los sensores. En general, cada señal, tanto si debe controlar un motor, como si es una señal proveniente de un sensor, está disponible en un conector de dos patillas, de los cuales el inferior (el más cercano al usuario), es tierra, y el superior es la señal a tratar. Éstas han sido cableadas a **un único conector de 34 pines** que es la vía de entrada y salida de señales de la maqueta. En esta figura se indica cada señal.

Por su parte el microprocesador puede ser usado con **2 conectores distintos**, detallados en su hoja de datos. Cada uno permite usar unas determinadas características, como PWM, interrupciones PCINT, interrupciones INT, etc. Se deberá escoger cuál es el conector que se desea usar atendiendo a estas características. En cualquier caso la entrada y salida del microprocesador se realiza por un **conector de 34 pines**.



Finalmente para conectar los pines que se deseen del microprocesador con los de la maqueta, cada grupo dispone de una placa de interconexión. Consiste en dos conectores de 34 pines que serán conectados uno a la maqueta y otro al microprocesador. En el centro de la placa se encuentran dos filas de pines que están conectados a sus respectivos conectores. Usando cables se podrán interconectar los pines deseados de la maqueta con los del microprocesador.



**Importante:** No debe olvidarse la conexión de la señal de tierra (GND) entre la maqueta y el microprocesador, ya que de lo contrario podría haber problemas en la interpretación de los valores lógicos por falta de una referencia común. Sin embargo, y a no ser que se especifique lo contrario, no debe conectarse la señal VDD.

**Nota de uso:** Puesto que el cambio de las tarjetas de conexión se va a realizar de forma muy habitual, os pedimos que realicéis este cambio con el mayor cuidado posible, para así evitar deterioros y funcionamientos incorrectos.

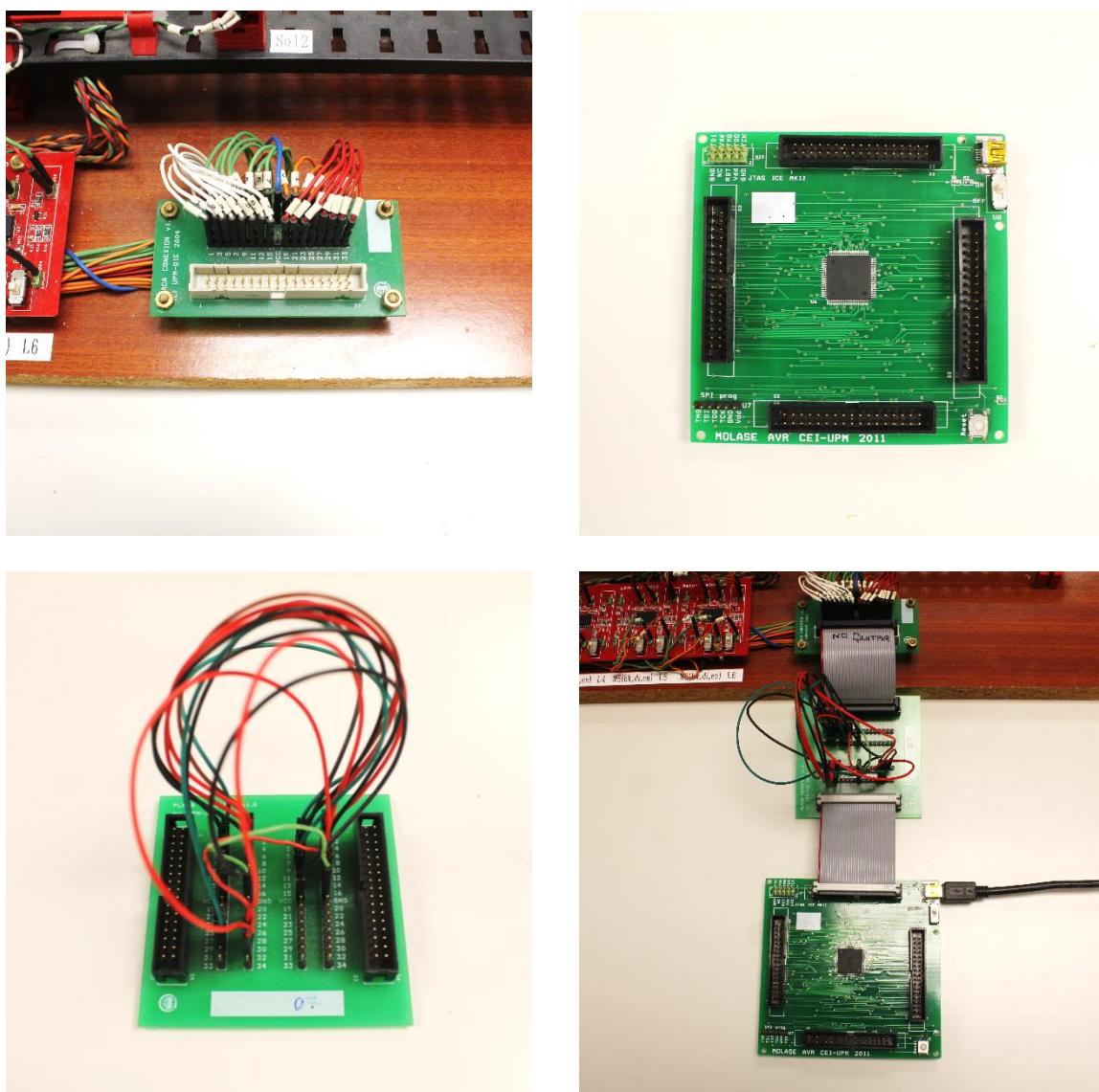


Figura 13: Conector de la maqueta, microprocesador, placa de interconexión y conjunto.

## Problemas conocidos y posibles soluciones

### Iluminación ambiental

Aunque el circuito de los sensores ópticos ha sido diseñado para minimizar el efecto de la iluminación ambiental, puede ocurrir que, especialmente cuando la luz solar es intensa, se produzcan lecturas erróneas de los sensores. En general esta condición no es visible en los LEDs de los sensores ópticos, ya que lo que suele ocurrir es que se producen pequeñas activaciones espurias no visibles por el ojo, pero si detectables por el microprocesador. Se recomienda mantener un nivel de iluminación no muy alto para evitar estos problemas, bajando si es las persianas cuando se trabaje con intensa luz solar. No se han detectado problemas debido a la iluminación con fluorescentes del laboratorio

### Rebotes sobre en los sensores

Tanto los sensores ópticos como los mecánicos, producen transiciones no limpias al cambiar de estado (ver figura inferior). Estas transiciones no limpias, conocidas como rebotes, pueden hacer que se interprete incorrectamente una señal, creyendo que se han producido varios cambios cuando en realidad sólo se ha dado uno. Esta situación es especialmente notable en los sensores de tipo mecánico.

La duración de los rebotes es muy variable (depende de su origen físico), pero suele oscilar en torno a los 10-50 ms.

En algunos casos, estos rebotes no influyen en el comportamiento del sistema, pero en otros, especialmente si se hace conteo, pueden dar al traste con el algoritmo de control. Para eliminar los rebotes, aparte de soluciones hardware, puede plantearse una solución basada en un doble muestreo de la señal. La idea (ver figura) consiste en que, en cuanto se detecta un cambio, se espera un tiempo suficiente para que la señal se estabilice, y se vuelve a muestrear la señal, siendo esta última lectura la que se considera como válida.

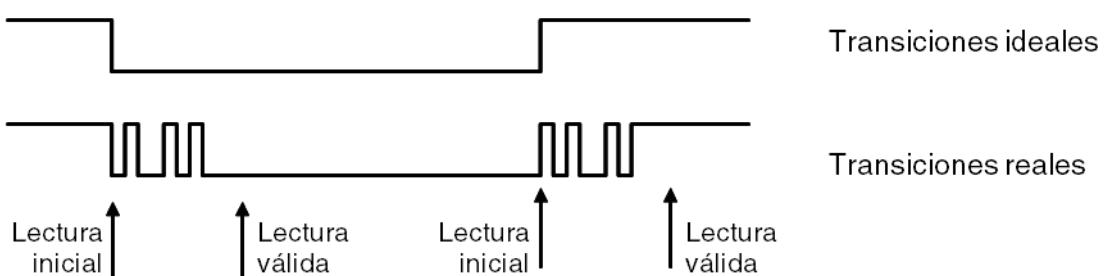


Figura 14: Eliminación de rebotes por doble muestreo de una señal.

## **Recomendaciones sobre el desarrollo**

Es recomendable realizar el sistema por fases, e ir comprobando los diferentes elementos poco a poco, especialmente cuando se empiece a trabajar con interrupciones.

Asimismo, puede pensarse en un primer control planteado para un solo vehículo, para después ir añadiendo lo necesario para controlar el lavado de varios vehículos al mismo tiempo. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que el planteamiento para uno o varios vehículos podría ser distinto, lo que pudiera alargar ligeramente el desarrollo. En cualquier caso, esta manera de proceder permite adquirir conocimientos sobre el sistema mientras se realiza un control relativamente sencillo (un solo vehículo), y ayudaría a avanzar con más seguridad al realizar un control más complejo (varios vehículos).

## **Roturas en el equipo**

La maqueta del túnel de lavado va a ser utilizada por un elevado número de personas. Es posible que, como consecuencia del uso, algún sistema falle o se deteriore. Cualquier problema de funcionamiento debe ser reportado lo antes posible al personal del laboratorio, para así poder subsanarlo cuanto antes y evitar demoras en la realización de los trabajos.

Nota de uso: Puesto que sólo hay una maqueta, os pedimos que seáis especialmente cuidadosos con el equipo, y que reviséis bien las conexiones antes de poner en marcha el sistema.

## **Fechas límite y método evaluación**

Las fechas límite para la entrega de los trabajos, así como el método de evaluación, serán publicadas en documento aparte.

## Apéndice I

### Descripción del circuito de los sensores ópticos

El esquema de la siguiente página muestra el circuito utilizado para las barreras ópticas. El circuito está formado por un diodo LED infrarrojo (D00 el esquema), un fototransistor (Q01) y dos comparadores (LM324).

El problema fundamental de las barreras ópticas es cómo eliminar la influencia de la luz ambiente. A continuación se expone con cierto detalle cómo se ha conseguido esto.

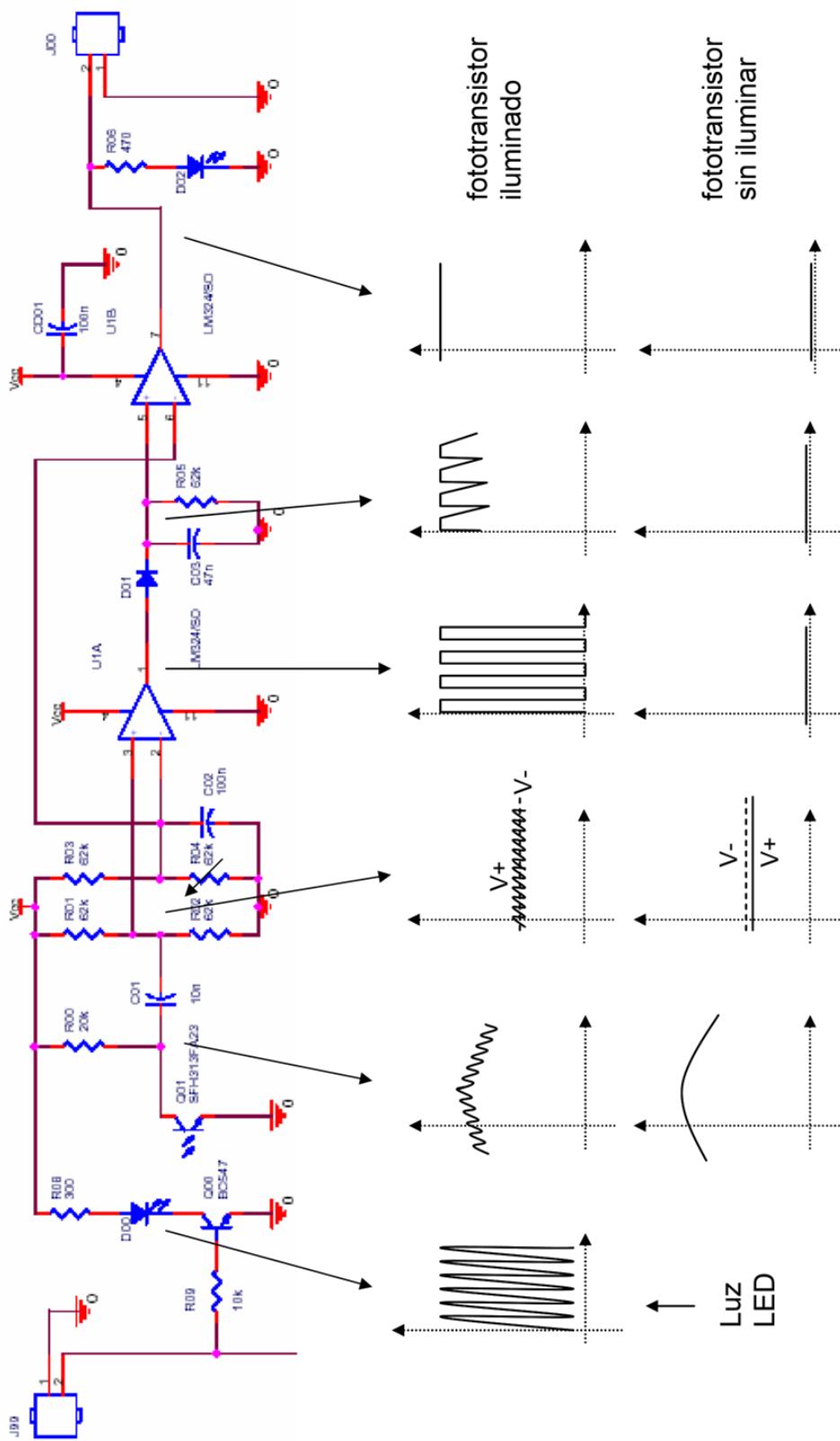
En primer lugar, el fototransistor tiene un filtro óptico muy selectivo que deja pasar fundamentalmente la luz del diodo emisor (en torno a los 890 nm). Aun así, tanto la luz solar como la luz eléctrica tienen una cierta componente a esas frecuencias que, debido a la baja intensidad lumínica recibida de los diodos LED, puede distorsionar la lectura, y por lo tanto es necesario eliminar. Aumentar la intensidad de los diodos LED no solucionaría el problema, porque entonces surge un problema de interferencia entre dos barreas ópticas cercanas (un LED ilumina el fototransistor de otro que esté muy cercano, como ocurre en los rodillos horizontales).

Para lograr diferenciar la luz procedente de un LED de la luz solar o eléctrica, se ha optado por que los diodos LED emitan una señal modulada en frecuencia (en torno a los 40 KHz), y utilizar luego un circuito que filtre las componentes de baja frecuencia de la señal recibida (la luz solar es continua y la eléctrica es de 50 Hz). Esta es la misma técnica en la que se fundamentan los mandos de infrarrojos. Para ello, la señal procedente del fototransistor es filtrada a través del filtro pasa-alto formado por C01 y el paralelo de R01 y R02, que a su vez forman un divisor para establecer una tensión intermedia con la que comparar (ya que el comparador está alimentado con tensión no simétrica). La otra entrada del comparador (la patilla -) está fijada también a una tensión intermedia muy ligeramente superior a la de la patilla + (esa tensión está fijada por el divisor R03-R04).

La señal moduladora proviene de oscilador realizado mediante un 555, que no está mostrado en el esquema.

Cuando el fototransistor está recibiendo luz del LED, la tensión en la patilla + del comparador oscilará en torno al punto de equilibrio, lo que será detectado por el comparador, generando una señal de salida de la misma frecuencia que la emitida por el LED. D1 rectifica esa señal, y C03 y R05 funcionan como filtro paso-bajo cuya salida es finalmente comparada con un nivel medio para detectar, en una señal continua, si el LED está emitiendo.

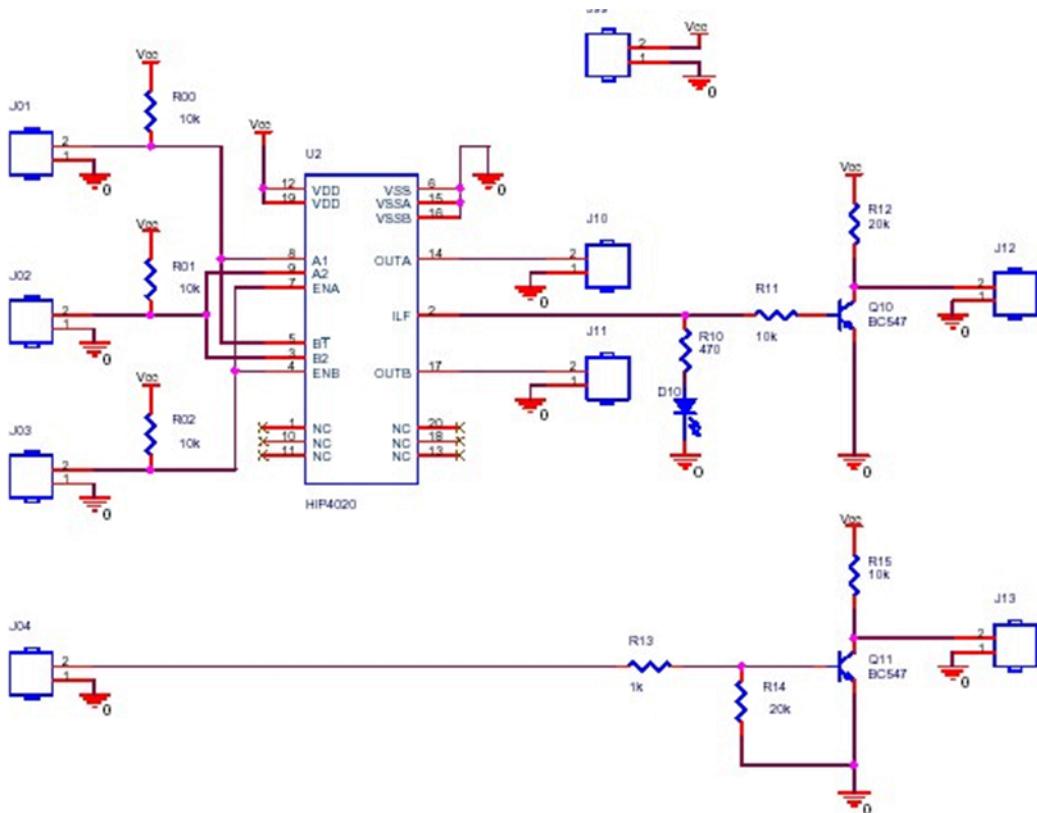
En caso de interrumpirse el haz, la tensión de la patilla + se mantendrá por debajo de la de la patilla -, por lo que no se detectará la señal, y la salida del circuito será 0v. La salida del circuito está disponible en la placa (conector J00 en el esquema), y es visible a través de un diodo LED.



## Descripción del circuito de control de los motores

Los motores están controlados mediante unos circuitos estándar (HIP4020, ver hoja de catálogo en la siguiente página). Aunque el circuito tiene diversas configuraciones posibles, el circuito se ha configurado para disponer de señal de habilitación (EN), dirección (DI) y freno (BK). El circuito incluye un detector de sobrecorriente cuya salida (activa a nivel bajo), además de activar un diodo LED, está disponible en la placa (J12 en el esquema). Aunque no está contemplado por el momento, esta señal podría ser utilizada durante el control del sistema.

Junto al circuito de control de cada motor se ha montado un transistor (Q11 en el esquema) para disponer de una señal adicional de potencia (es la que se ha utilizado para activar las luces L1, L4 y L5).



**intersil****HIP4020****Half Amp Full Bridge Power Driver  
for Small 3V, 5V and 12V DC Motors**

June 1997

**Features**

- Two Independent Controlled Complementary MOS Power Output Half H-Drivers (Full-Bridge) for Nominal 3V to 12V Power Supply Operation
- Split  $\pm$ Voltage Power Supply Option for Output Drivers
- Load Switching Capabilities to 0.5A
- Single Supply Range +2.5V to +15V
- Low Standby Current
- CMOS/TTL Compatible Input Logic
- Over-Temperature Shutdown Protection
- Over-Current Limit Protection
- Over-Current Fault Flag Output
- Direction, Braking and PWM Control

**Applications**

- DC Motor Driver
- Relay and Solenoid Drivers
- Stepper Motor Controller
- Air Core Gauge Instrument Driver
- Speedometer Displays
- Tachometer Displays
- Remote Power Switch
- Battery Operated Switch Circuits
- Logic and Microcontroller Operated Switch

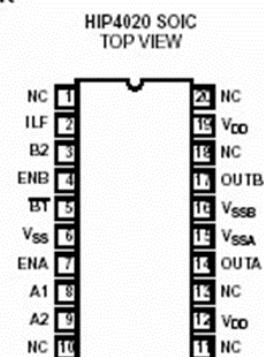
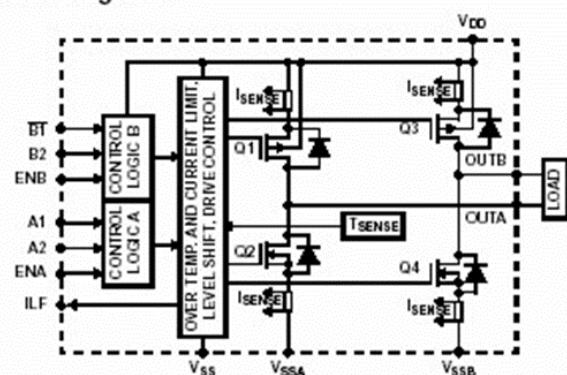
**Description**

In the Functional Block Diagram of the HIP4020, the four switches and a load are arranged in an H-Configuration so that the drive voltage from terminals OUTA and OUTB can be cross-switched to change the direction of current flow in the load. This is commonly known as 4-quadrant load control. As shown in the Block Diagram, switches Q1 and Q4 are conducting or in an ON state when current flows from  $V_{DD}$  through Q1 to the load, and then through Q4 to terminal  $V_{SSB}$ ; where load terminal OUTA is at a positive potential with respect to OUTB. Switches Q1 and Q4 are operated synchronously by the control logic. The control logic switches Q3 and Q2 to an open or OFF state when Q1 and Q4 are switched ON. To reverse the current flow in the load, the switch states are reversed where Q1 and Q4 are OFF while Q2 and Q3 are ON. Consequently, current then flows from  $V_{DD}$  through Q3, through the load, and through Q2 to terminal  $V_{SSA}$ , and load terminal OUTB is then at a positive potential with respect to OUTA.

Terminals ENA and ENB are ENABLE Inputs for the Logic A and B Input Controls. The ILF output is an Over-Current Limit Fault Flag Output and indicates a fault condition for either Output A or B or both. The  $V_{DD}$  and  $V_{SS}$  are the Power Supply reference terminals for the A and B Control Logic Inputs and ILF Output. While the  $V_{DD}$  positive power supply terminal is internally connected to each bridge driver, the  $V_{SSA}$  and  $V_{SSB}$  Power Supply terminals are separate and independent from  $V_{SS}$  and may be more negative than the  $V_{SS}$  ground reference terminal. The use of level shifters in the gate drive circuitry to the NMOS (low-side) output stages allows controlled level shifting of the output drive relative to ground.

**Ordering Information**

PART NUMBER	TEMP. RANGE (°C)	PACKAGE	PKG. NO.
HIP4020IB	-40 to 85	20 Ld SOIC	M20.3

**Pinout****Block Diagram**

CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.  
1-888-INTERSIL or 321-724-7143 | Copyright © Intersil Corporation 1999

File Number 3976.1