



**Como Trabajo Práctico de Laboratorio 3 se deben entregar 2 ejercicios que elijan dentro de los ejercicios 5, 6, 7, 8 o 9.**

### **En todos los ejercicios se pide:**

- Diseñar la máquina de estados, identificando estados, transiciones, eventos y acciones en uModelFactory.
- Codificar la máquina de estados como una función en C (y su correspondiente función de inicialización), con su variable de estado encapsulada como una variable estática local a la función.
- Generar un proyecto en el MCUXpresso que importe las librerías de la cátedra, y que contenga la función main, invoque a las inicializaciones y entre en un bucle infinito en el que invoque a las funciones de control de las máquinas de estado para desarrollar la aplicación.

### **Ej1: Parpadeo de un led, con encendido y apagado**

Realizar un sistema que, mediante la opresión de un botón, comience a hacer titilar un led, con una frecuencia de 1 segundo (1Hz). Al presionar el mismo botón, el led permanecerá en el estado en el que estaba en el momento de su opresión.

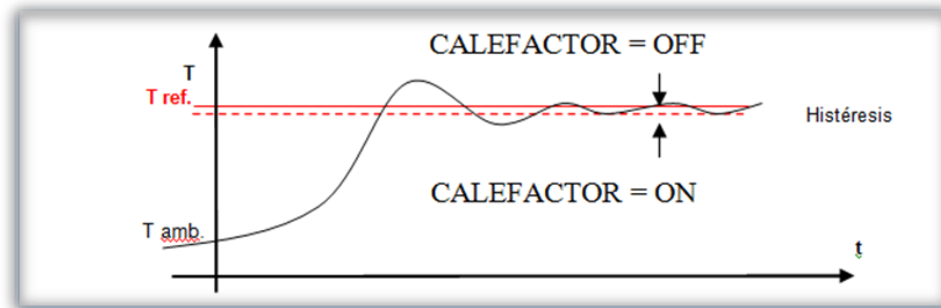
#### **Ej1\_b: Agregar cambio de frecuencia de parpadeo.**

Agregar, un segundo botón (BAJA FRECUENCIA) que hará que el led cambie su frecuencia de encendido/apagado a 0.5Hz (2 segundos). Un tercer botón (ALTA FRECUENCIA), volverá el sistema a la frecuencia de 1Hz.

### **Ej2: Sistema de calefacción**

Se desea realizar el sistema de control de la temperatura de un ambiente. Para esto se cuenta con un calentador (puede ser un aire acondicionado en caso de una sala, una resistencia en caso de un líquido, etc.), que solo tiene un control de ENCENDIDO/APAGADO. Para controlar la temperatura se cuenta con un sensor analógico, cuyo valor se obtiene mediante el llamado a la función `int getTemperatura (void)`. El sistema de control deberá detener el calentamiento

cuando la temperatura llegue a **TEMP\_FINAL**, y deberá volver a encenderlo cuando la temperatura baje a **TEMP\_FINAL - BANDA\_HISTERESIS**.



**Nota:** Para implementar la función `getTemperatura` la librería de la cátedra dispone de la función **ADC\_Externa**, la misma me devuelve un valor entre 0 y 4096 llamado `cuentas` que se corresponde con el valor de temperatura. Dicha correspondencia se encuentra dada por la siguiente fórmula:

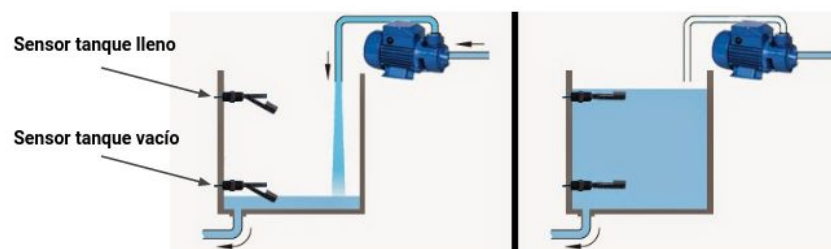
$$\text{Temp} = -50 + 40 * (\text{cuentas} * 3.3) / 4096$$

En el segundo cuatrimestre profundizaremos pero esos valores dependen del sensor y del conversor analógico digital que estemos utilizando.

**Ej2\_b:** Agregar un botón que permita el encendido y apagado del equipo.

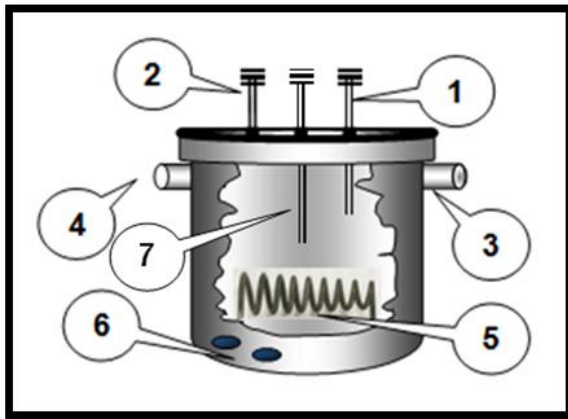
### Ej3: Control de nivel de un tanque

Se desea realizar un sistema que controle el llenado de un tanque de agua. Para esto, se cuenta con un sensor que indica cuando el tanque se encuentra lleno, y otro sensor que indica cuando el nivel de agua está bajo, para comenzar a llenarlo. Además hay un botón que permite el apagado del sistema en caso de que haya un problema en la bomba de agua o en el suministro. Se pide realizar el sistema de control del sistema de manera de que se prenda o apague la bomba en función de estas entradas.



### Ej4: Caldera de agua

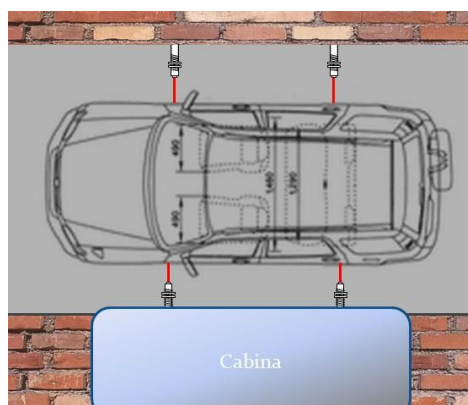
En base a los sistemas realizados en los puntos anteriores, se pide realizar el sistema de control de una caldera de agua, que irá llenando un tanque y manteniendo el agua de la misma caliente, a una temperatura establecida. Se deberá incluir un botón de apagado general del sistema (y no uno por cada subsistema), y la calefacción del agua se activará únicamente cuando el agua esté por encima de un nivel mínimo, que estará medido con un tercer sensor de nivel, garantizando que la resistencia que calefacciona el agua esté cubierta de agua.

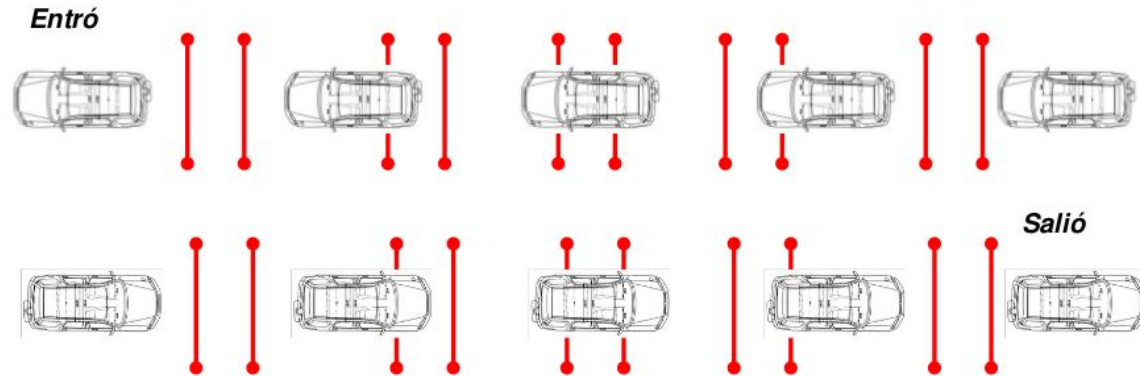


Índice	Descripción
1	Sensor de nivel de <b>Máxima</b> : Varilla de acero inoxidable
2	Varilla asociada a la carcasa de la caldera. La carcasa es de acero inoxidable y oficia de tierra.
3	Solenoide de paso de agua
4	Salida de vapor
5	Calefactor
6	Bornes de conexión del calefactor
7	Sensor de nivel de <b>Mínima</b> : Varilla de acero inoxidable

### Ej5: Contador de autos en un garaje

Se desea realizar un sistema que mantenga la cuenta de la cantidad de autos que hay dentro de un garaje. Para esto se cuenta con dos sensores infrarrojos a la entrada del mismo que permite diferenciar la entrada y la salida de autos. Se pide implementar el sistema, manteniendo en la variable **cant\_autos** la cantidad de autos que se encuentren dentro del garaje.





### Ej5b: Agragado de sirena

Se pide controlar además una sirena que indique cuando se encuentra entrando o saliendo un auto. La misma deberá encenderse cuando se detecte un auto entrando o saliendo del garaje (solo cuando los dos sensores se encuentren activos), y se desactivará 10 segundos después de que el auto haya entrado o salido completamente.

### Ej6: Control de acceso a una sala segura

Se desea realizar el control de acceso a una sala, para ello se dispone de un sensor de huella dactilar el cual tiene registrada las huellas de los usuarios autorizados con un código de usuario asociado para entrar a la sala. El sistema debe esperar que el usuario coloque la huella, para ello disponemos de un driver ya realizado que se invoca con la primitiva **leerSensorHuella()** la cual devuelve **NO\_HUELLA** (0) en caso que no haya huella, **HUELLA\_INVALIDA**(-1) o el código vinculado al usuario en caso de que se alguien coloque el dedo.



En caso de recibir **HUELLA\_INVALIDA** se debe prender una luz roja y escribir en el Display (con la primitiva **void Display (char \* str)**) “NO HABILITADO” 5 segundos. Una vez pasados los 5 segundos se apaga la luz roja y se escribe en el display “ESPERANDO”.

En caso de recibir un código de usuario válido se debe activar la apertura de la puerta (**ABRIR**) y enviar por puerto a serie el código del usuario para registro en una base de datos por medio de



la primitiva `Transmitir(uint8_t puerto, uint8_t * data, uint8_t cant)`, a partir de ese momento se espera a que el usuario salga para dar lugar a otro ingreso.

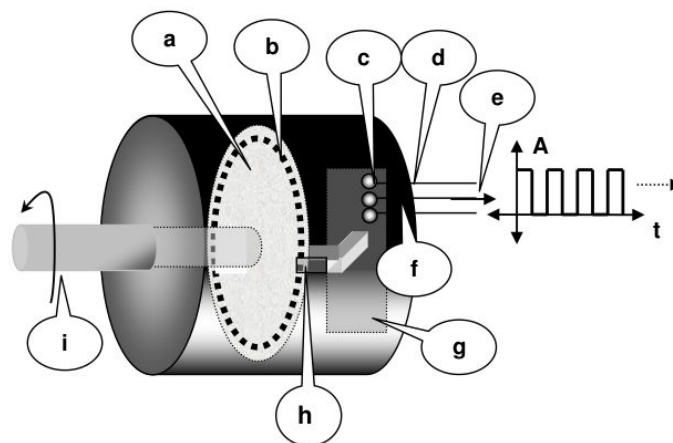
Para salir de la sala el usuario posee un botón para activar el mecanismo de apertura de la puerta, el cual destrabará la misma por 10 segundos para que el operario pueda salir.

### Ej7: Cinta transportadora con control de velocidad

Se desea realizar el sistema de control de una cinta transportadora de elementos. La misma puede funcionar a 2 velocidades, o encontrarse detenida. Para esto se cuenta con 2 salidas que controlan un motor que hace mover la cinta (VEL1 y VEL2), y 3 botones: uno de ARRANQUE/PARADA, uno de SUBIR VELOCIDAD y uno de BAJAR VELOCIDAD.

Por otro lado, una variable velocidad tendrá en todo momento el valor de la velocidad de la cinta, que deberá mostrarse en un display siempre que la máquina esté encendida con la primitiva `void Display(char * str)`. Cuando la máquina se encuentre detenida el display deberá mostrar la palabra "DETENIDO".

Finalmente, la medición de la velocidad se hará mediante un encoder. Esto es un dispositivo colocado en el eje del motor, que a medida que gira deja pasar o bloquea la luz de un fotosensor, enviando un tren de pulsos que variará su frecuencia en función de la velocidad de giro del motor



Siempre que el sistema se encuentre encendido, se deberá calcular la velocidad contando la cantidad de pulsos que envía el encoder por segundo. De acuerdo al diámetro del plato del motor se sabe que 10 pulsos equivalen a que la cinta avanzó 1cm.



Por último, se debe agregar al sistema diseñado una precaución por un fallo mecánico. En caso de que el sistema se encuentre encendido y que no se detecte velocidad (no llegue ningún pulso en un segundo), el sistema deberá ir a un estado de EMERGENCIA, en donde se detenga el motor, se muestre EMERGENCIA en el display y no vuelva a su estado normal hasta que no se presione el botón de ARRANQUE/PARADA nuevamente.

### Ej8: Tunel Carril único

Considere un sistema para señalizar el acceso a un túnel vehicular (un solo carril, un solo sentido de circulación), al ingresar un vehículo al mismo se debe prender un indicador ya que solo puede haber un vehículo a la vez dentro. En caso que el vehículo no salga del mismo habrá que activar el estado de alarma.

Para este sistema se dispone de las siguientes entradas/salidas



- Dos **sensores** para detectar el ingreso y egreso de vehículos al túnel (**INGRESO / EGRESO**).
- Dos **luces** en el acceso al túnel como señalización de lo que ocurre (**VERDE/ROJA**).
- Una **sirena** como señalización sonora de lo que ocurre (**SIRENA**).
- Un **pulsador** de pared para desactivar la sirena (**DESACTIVAR**).

El sistema deberá permanecer con la luz verde debe encendida si no hay vehículos en el túnel. Al ingresar un vehículo al túnel, debe encender la luz roja y apagar la verde. Si un vehículo permanece dentro del túnel más de 10S, la luz roja deberá permanecer encendida y la sirena sonará indicando al operario operario que hay un vehículo en el túnel. Para desactivar la luz y la sirena (de modo inmediato) se debe presionar el pulsador de pared. Si en situación de “alarma”, el vehículo sale del túnel antes de que se oprima el pulsador de pared, todo el sistema vuelve a su estado de reposo.

**Nota:** Para el encendido de la sirena se debe prender y apagar el pin SIRENA con una frecuencia de 2Hz (1/2 segundo)

### Ej8\_b: Control Remoto del Túnel

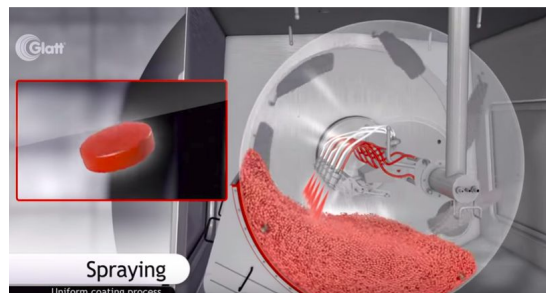
Agregar el control desde una central de operación para poder salir del estado de “alarma” en caso que sea necesario. Para ello desde dicha central se envía por puerto serie la siguiente trama:

0xAA 'O' 'F' 'F' 0xEE

La implementación deberá en situación de “alarma” verificar si recibe dicha trama y en caso de hacerlo todo el sistema vuelve a su estado de reposo.

### Ej9: Recubrimiento de pastillas

Se posee un sistema de recubrimiento de pastillas (coating) para la industria médica. El mismo se basa en un recipiente (paila o tambor) que gira lentamente, manteniendo las pastillas que se encuentran dentro de él en movimiento. Una vez que el sistema se encuentra girando, se acciona una pistola que rocía las pastillas con un recubrimiento líquido, el cual se va secando por acción de un sistema de calefacción (un ventilador que tira aire caliente), que mantiene la paila a una temperatura determinada. Se puede ver el funcionamiento del sistema en el siguiente link: ( <https://www.youtube.com/watch?v=SXEduweiViw&t=80s>, del 0:50 a 1:35 )



Para resolver este sistema, se cuenta con una máquina que posee las siguientes entradas y salidas:

Salidas:

- Arranque/Parada del motor de giro (Primitiva: **void Motor (int estado) )**
- Electroválvula on/off de las pistolas (Primitiva: **void Pistolas (int estado))**
- Encendido/Apagado de calefacción (Primitiva: **void Calefaccion (int estado))**

Entradas:

- Termostato de temperatura (Primitiva: **int TempOK()** - devuelve 1 cuando la temperatura es mayor a TEMPERATURA\_OK, 0 si es menor)
- Arranque/Parada de la máquina (Primitiva: **int OnOff() )**
- Parada de emergencia (Primitiva: **int Parada()**)



Se pide diseñar un sistema de control que realice lo siguiente:

Una vez presionado el botón de arranque/parada, deberá comenzar el movimiento de la paila y encender la calefacción. Cuando la temperatura alcance el valor deseado, se deberán prender las pistolas de spray, activando la electroválvula. El sistema continuará funcionando hasta que el operario presione el botón de parada manual. En este momento se continuará con el movimiento de la paila, pero se apagarán las pistolas y la calefacción. El descenso lento de la temperatura y el movimiento hará que no se peguen las pastillas entre si, y pasados 10 minutos de esta operación se detendrá la paila, volviendo al estado inicial de la máquina. En caso de que durante estos 10 minutos se presione el arranque manual de la máquina, se deberá reiniciar la operación.

El sistema de calefacción funcionará encendiendo el sistema de aire caliente hasta que se llegue al valor fijado en forma manual en el termostato (tempOK() devuelve 1), y se volverá a encender cada vez que la temperatura baje de este valor (tempOK() devuelve 0). Desde el primer momento en que la temperatura alcanza el valor del termostato deberá indicarse que la temperatura tiene el valor correcto para la operación.

En caso de que se presione la parada de emergencia, el sistema deberá detener todas sus salidas (paila, pistolas y calefacción) inmediatamente, y volver a un estado inicial, en el cual se quedará hasta que el operario vuelva a iniciar el mismo.

