

# PROYECTO DE CURSO: GRADAS ESTADIO ANTICOVID



ÁLVARO GARCÍA LORA  
ISAAC RODRÍGUEZ GARCÍA  
PEDRO VACA RODRÍGUEZ

## ÍNDICE

---

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. MODOS DE FUNCIONAMIENTO.....	3-6
2.1. AUTOMÁTICO	
2.2. SEMIAUTOMÁTICO	
2.3. MANUAL	
2.4. EMERGENCIA	
3. VARIABLES GLOBALES.....	7-9
3.1. ENTRADAS	
3.2. SALIDAS	
3.3. AUXILIARES	
4. VARIABLES LOCALES, CONTADORES Y TEMPORIZADORES.....	10
5. IMPLEMENTACIÓN Y DISEÑO EN CODESYS.....	11-13

## **1. INTRODUCCIÓN**

Es un hecho que la vida actualmente está regulada por reglas que hace dos años, aproximadamente, no eran pensadas debido al virus COVID-19. Dichas medidas se han de llevar a cabo en todo tipo de lugares, y con un mayor énfasis en sitios donde el grupo de personas sea mayor pues habrá una mayor posibilidad de contagio. Aunque estemos en fase de desescalada, aún se deben de mantener las normativas.

De esta forma, tras pensar en diversas opciones para desarrollar el proyecto, decidimos realizar la automatización de una grada de campo de fútbol, donde llevar a cabo esta serie de pautas. Esta, además, ha sido finalmente nuestra idea debido al comienzo de la Eurocopa, de la cual se disputarán partidos en el Estadio de la Cartuja, junto a la propia facultad.

Nuestro objetivo, por tanto, es diseñar un automatismo que controla la entrada y salida de un campo de fútbol, así como el propio aforo de la grada a la que esté asociada la entrada y salida del estadio. Nos centramos en el control de una grada, entendiendo que la misma idea se puede aplicar a todas las gradas que conforman este templo del deporte. Todo ello, como antes ha sido mencionado, orientado a cumplir las diferentes medidas sanitarias para la presencia de los aficionados.

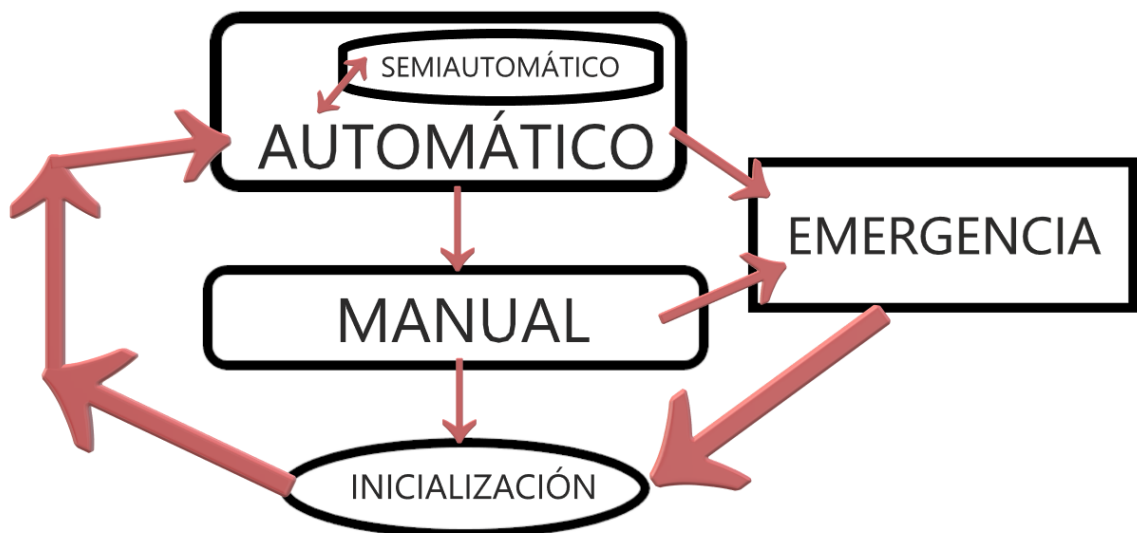
Para cumplir este cometido hemos dividido el proceso de entrada y salida en varias zonas: Zona 1, Zona 2, Escaleras de Entrada, Grada, y Escaleras de Salida, teniendo cada una sus respectivos sensores y actuadores, que más tarde detallaremos.

## 2. MODOS DE FUNCIONAMIENTO

Para la automatización del proceso, hemos querido abarcar todas las posibilidades, de forma que, hemos implementado 4 modos de funcionamiento, cada uno con sus respectivas peculiaridades: Automático, Manual, Semiautomático y Emergencia.

Pasaremos de un modo a otro mediante diversos sensores (pulsadores en la simulación), según la situación en la que se encuentre la entrada al estadio o los sensores de esta.

Para pasar al modo Manual, desde un panel de control (a modo de Scada) donde se controla el paso de los aficionados, se pulsaría un botón que activa la variable Manual; si queremos pasar al modo Semiautomático, debemos estar en el Automático y para ello pulsar el botón con su propio nombre y el que permite el Paso; para acabar, el modo emergencia, que interrumpe cualquiera de los otros 3 modos, esté cual esté desarrollándose, debido a que es de una jerarquía superior. Para que se dé este modo, habría que pulsar el botón de emergencia.



## **2.1. AUTOMÁTICO**

Modo por defecto, es decir, es el modo que se encuentra instaurado si no se realiza ningún cambio de los anteriormente mencionados. En este modo distinguimos varias fases:

### ***Zona 1, Zona 2, Escaleras de Entrada, Gradas y Escaleras de Salida.***

La **Zona 1** comprende un sensor de temperatura corporal el cual tarda 1 segundo en realizar la medición de la temperatura, y se activa en caso de que la persona tenga fiebre. A su vez, se llevará a cabo la lectura del código QR de la entrada mediante un sensor asociado que validará la entrada o el abono del aficionado que quiera entrar al recinto. De esta forma, si se da que dicha persona tiene una elevada temperatura se activará el sensor, por tanto, esta saldrá del estadio, dejando pasar a otra al sensor. Si tanto el lector QR se valida y el sensor de fiebre no se activa, la puerta de esta zona se abre y permite el cruce a través de ella. Al cruzarla, nos encontraríamos directamente en la Zona 2, y dejaríamos espacio en la Zona 1 para que otra persona comenzase el proceso de admisión en la grada.

La **Zona 2** se compone de un detector de metales, que activará una luz roja según si el aficionado posee metales o no. También cuenta con una luz verde que se activa por defecto en el momento en el que alguien se dispone a entrar en el detector. Si se detecta un objeto metálico peligroso, la luz roja se activa durante 5 segundos, (desactivándose la verde) y esa persona deberá abandonar el estadio, dejando espacio en esta zona para el siguiente aficionado. Si no se ha detectado nada extraño, la luz verde estará activada en todo momento, y una vez el individuo pase del detector se dispondría a ingresar en las escaleras, donde se activará un sensor de presencia en la entrada en ellas. En este caso, también se deja libre la Zona 2 para otra persona, respetándose así la distancia de seguridad anti Covid.

En la escalera de entrada tenemos luces que se encenderán cuando alguien se encuentre allí. Si se acumula un grupo de 3, se activa un sistema de ventilación de forma que se airee ese habitáculo. Al salir de las escaleras llegas a las gradas.

Si hace mucho calor en las gradas, se detectará mediante un termómetro, y habrá unos nebulizadores que permanecen activados, hasta que la temperatura baje o no haya nadie en las gradas.

En el momento en el que se quiera salir del estadio, nos dirigimos a las escaleras de salida, las cuales también poseen luces. Si se encuentran más de 3 aficionados, se cerrará la puerta de entrada a ellas, de forma que hasta que una de las 3 no haya salido de las escaleras y, por tanto, del estadio, no se abrirá para dar paso a la salida de otro hincha.

Para controlar el aforo dispondremos de un sistema que controla que, entre las escaleras de entrada, las gradas, y las escaleras de salida no haya más de 10 personas, de forma que si hay 10 en la puerta de la Zona 1 se activa un letrero de: AFORO COMPLETO, y dicha puerta se bloqueará a pesar de que se hayan cumplido los requisitos para que se abra, para que no se permita el acceso de más personas de las permitidas.

*NOTA: Usamos un número muy reducido de personas para acelerar el proceso. La misma idea es extensible a un mayor número de personas.*

## **2.2. SEMIAUTOMÁTICO**

En el modo semiautomático, se controlará prácticamente todo como en el modo anterior, de forma automática, salvo la apertura de la puerta de la Zona 1, donde, se han de dar las condiciones a través de los sensores, y activar por parte de un trabajador el botón de paso para que este mismo permita el paso por la puerta.

Además de esta intervención, en la Zona 2 también sería el mismo operario quien permita el paso al detector de metales, al haber pasado la puerta de la Zona 1.

## **2.3. MANUAL**

Este modo servirá únicamente para probar el funcionamiento de todos los actuadores (luces, puertas, ventiladores, nebulizadores y sirenas de emergencia), pero en ningún caso se usará mientras el estadio esté abierto o haya personas entrando. Cuando se pulse un interruptor, se activará el actuador correspondiente. Además, los contadores estarán desactivados durante este modo, y se podrán activar varios interruptores, y con ello, varios actuadores a la vez.

Al pasar de modo Manual a modo Automático o Semiautomático, se pasará por un estado de Inicialización, que preparará el sistema para un arranque correcto.

## **2.4. EMERGENCIA**

Cuando se dé una emergencia en el estadio, que en este caso consideraremos que es un incendio, se pasará al estado de emergencia. Este estado es el que tiene mayor prioridad, es decir, siempre que se dé la emergencia se pasará a este estado sin importar cómo se encuentre el resto del sistema, y no se podrá salir de él hasta que se haya solucionado el problema y se desactive el botón de emergencia, que es un botón de seta con enclavamiento.

Durante este modo, todas las puertas permanecerán abiertas para que la gente abandone el estadio lo más rápido posible, ya que se prioriza la evacuación del estadio antes que el cumplimiento de las medidas de seguridad. Además, se activarán unas sirenas de emergencia que se escucharán en todo el estadio, así como unos rociadores de agua antincendios, y las luces de ambas escaleras permanecerán encendidas. Por otra parte, el resto de los actuadores (ventiladores, nebulizadores y luces de la zona de metales), además de los contadores, quedarán desactivados.

Una vez desactivado el botón de emergencia, habrá que darle a Rearme para que el sistema pase por el estado de Inicialización y pueda volver a funcionar.

### **3. VARIABLES GLOBALES**

#### **3.1. ENTRADA**

Todas estas variables son definidas como variables booleanas (BOOL), y se corresponden con entradas del automatismo de control.

- *SPT*: Sensor presencia temperatura.
- *SFiebre*: Sensor temperatura corporal / fiebre.
- *SQR*: Sensor código QR.
- *SCruce*: Sensor detección salida tras puerta corredera.
- *SPM*: Sensor presencia en metales.
- *SMetal*: Sensor detector metales.
- *SEE*: Sensor entrada escalera de entrada.
- *SSE*: Sensor salida escalera de entrada.
- *SEESal*: Sensor entrada escalera de salida.
- *SSESal*: Sensor salida escalera de salida.
- *STempAmb*: Sensor temperatura ambiente.
- *IntEmer*: Interruptor de emergencia.
- *MANUAL*: Variable asociada al cambio de modo manual/automático.
- *Rearme*: Variable para salir del modo de emergencia.
- *OKPaso*: Variable para dar paso en el modo semiautomático.
- *SemiAuto*: Variable para pasar al modo semiautomático.



### 3.2. SALIDA

Todas estas variables son definidas como variables booleanas (BOOL), y se corresponden con salidas del automatismo de control.

- *Puerta*: Puerta zona 1 (NORMALMENTE CERRADA).
- *LuzFiebre*: Luz en medidor de temperatura que indica si la persona ha dado fiebre para que se salga.
- *LuzAforo*: Luz que indica aforo lleno.
- *LuzVerde*: Luz verde en salida de detector de metales.
- *LuzRoja*: Luz roja en salida de detector de metales.
- *Ventiladores*: Ventiladores en escaleras de entrada.
- *LucesEE*: Luces de escaleras de entrada.
- *SirenasEmer*: Sirenas de emergencia.
- *Nebuliz*: Nebulizadores en gradas para combatir el calor.
- *PuertaSal*: Puerta de las escaleras de salida (NORMALMENTE ABIERTA).
- *LucesES*: Luces de escaleras de entrada.
- *Rociadores*: Antiincendios.

### 3.3. AUXILIARES

Todas estas variables son definidas como variables booleanas (BOOL) y son auxiliares a las entradas y salidas, es decir, son variables internas del autómata.

- *Aforo*: Variable auxiliar asociada al aforo completo de la grada.
- *Metales*: Variable auxiliar que indica que hay alguien en la máquina metales.
- *OKMetal*: Variable auxiliar que permite la sincronización entre las dos zonas de entrada.
- *PerFinEnt*: Variable auxiliar que permite la sincronización entre la zona de entrada y la escalera de entrada.
- *QRValid*: Indica que el código QR de la entrada se ha leído bien y la entrada es correcta.
- *Nadie*: Variable auxiliar que indica que no hay nadie en la grada.
- *NadieEE*: Variable auxiliar que indica que no hay nadie en la escalera de entrada.
- *NadieES*: Variable auxiliar que indica que no hay nadie en la escalera de salida.
- *ResetCont*: Variable auxiliar para reiniciar todos los contadores.
- *Arranque*: Variable asociada a la inicialización del modo automático tras modo manual.

#### **4. VARIABLES LOCALES, CONTADORES Y TEMPORIZADORES**

- *SFCReset*: Variable booleana (BOOL). Variable que establece en el inicio a la Zona 1 y Zona 2.
- *TempoTerm*: Tipo TON. Temporizador de la Zona 1 de 1 segundo en el que se mide la temperatura corporal.
- *TempoRojo*: Tipo TON. Temporizador de la Zona 2 de 5 segundos que indica el tiempo que se activa la luz roja en el detector de los metales cuando se detecta metal.
- *ContEscEnt*: Tipo CTUD. Contador de las personas que están en las escaleras de entrada.
- *ContGeneral*: Tipo CTUD. Contador situado en la grada que cuenta la cantidad de personas que hay entre el sensor de entrada de las escaleras de entrada y el sensor de salida de las escaleras de salida (seguidores que hay actualmente dentro del recinto)
- *ContGradas*: Tipo CTUD. Contador que establece el número de aficionados que se encuentran en la propia grada.
- *ContEscEnt*: Tipo CTUD. Contador de fans que están en las escaleras de salida.

## **5. IMPLEMENTACIÓN Y DISEÑO EN CODESYS**

El programa principal, escrito en GRAFCET, se usa a modo de guía GEMMA para seleccionar el modo de funcionamiento. De esa forma tenemos un estado para cada uno de los modos (Automático, Manual y Emergencia), en los cuales se activa una acción que a su vez llama a los programas correspondientes en cada uno, y un estado de Inicialización, también con su correspondiente acción asociada. Las acciones están todas escritas en lenguaje ST.

### **-AcAutomatica:**

En esta acción se activan cuatro programas distintos:

#### **+ Zona1:**

En este programa, escrito en GRAFCET, se da la secuencia necesaria desde que una persona llega al sensor de temperatura hasta que pasa por la puerta de entrada. Para ello son necesarias otras dos acciones: una para el temporizador del sensor de temperatura, y otra para que se desactive la variable QRValid una vez que alguien haya pasado por la puerta, de modo que cuando otra persona quiera entrar, tenga que pasar su entrada por el lector de código QR.

Una vez que la persona ha cruzado la puerta, esta se cierra y se activa la variable OKMetal, que indica que hay una persona entrando a la Zona 2.

#### **+Zona2:**

Este programa también se define en GRAFCET, y como hemos dicho anteriormente, se activa cuando una persona entra en la Zona 2. Además, se activa una variable llamada Metales que nos indica que hay una persona en la Zona 2. Esta variable no se desactivará hasta que la persona no haya pasado por el detector de metales, y es la que impide que la puerta de la Zona 1 se abra mientras haya alguien en la Zona 2, aunque la persona que espera en la Zona 1 tenga tanto la temperatura como el código QR de la entrada válidos. *(de esta forma se consigue el sincronismo entre los programas de Zona1 y Zona2)*

También tenemos una acción en LD llamada AcRoja, que se da cuando se detecta a una persona con un objeto metálico potencialmente peligroso, y encenderá la luz roja durante unos segundos hasta que llegue el guardia de seguridad y se lleve a esa persona.

+EscaleraEntrada:

Se define en ST, y usa un contador CTUD para contar cuánta gente hay en ese momento en las escaleras de entrada, de modo que, si se alcanza cierto número, se activen los ventiladores. Además, las luces son automáticas, por lo que sólo se encenderán si hay alguien en las escaleras.

Para que la entrada de este contador se active, deberá haber alguien en la zona de metales, por lo que, si en la simulación pulsamos sin querer el sensor de entrada a las escaleras, no va a aumentarse el valor del contador si no había nadie en la Zona 2. Lo mismo ocurre para la salida de las escaleras. *(Así conseguimos evitar que se cuenten personas que saldrían de la nada)*

+Gradas:

En este programa en ST se definen dos contadores CTUD: uno general, que cuenta el número de personas que hay entre las zonas de las gradas, escaleras de entrada y escaleras de salida, para activar la variable Aforo cuando se alcance el número máximo de personas permitido. El otro contará solamente las personas que hay en la grada, es decir, desde que salen de las escaleras de entrada hasta que entran en las escaleras de salida, para que cuando haya alguien en la grada y el sensor de temperatura ambiente marque una temperatura alta, se activen los nebulizadores.

+EscaleraSalida:

También definido en ST, es similar al de las escaleras de entrada, con un contador CTUD para saber cuántas personas hay en estas escaleras, y el funcionamiento de las luces es el mismo. Sin embargo, en estas escaleras no hay ventiladores, si no que cuando hay al menos tres personas dentro, se cierra una barrera entre las gradas y las escaleras para que no se acumule gente en estas.

Por tanto, si está la barrera bajada, el número del contador sólo podrá decrementarse, no aumentará (aunque le demos al sensor de entrada a las escaleras de salida en la simulación).

**-AcManual:**

Esta acción activa el programa ControlManual, escrito en LD, que simplemente consta de un contactor y una bobina para cada uno de los interruptores y actuadores de este modo.

**-AccionEmer:**

En esta acción en ST se desactivan o activan las salidas según corresponda, y además se activa la variable auxiliar ResetCont para resetear los contadores. Para esto último, también se debe llamar a las acciones en las que se definen estos contadores.

**-AccionRearme:**

Es igual que la AccionEmer, pero en este caso sí que están todas las salidas a '0', esperando a que se pulse el botón Rearme.

**-AcInicializacion:**

En esta última acción en ST se activan los SFCReset de las zonas que tenemos en GRAFCET (Zona1 y Zona2) para que pasen a su estado inicial, y se desactiva la señal ResetCont para que los contadores vuelvan a estar operativos.