



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**TESIS**

**“IMPACTO DEL MODO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE  
CONTROL ELÉCTRICO EN EL AHORRO ENERGÉTICO, EN EL  
INSTITUTO SISE, SANTA BEATRIZ – LIMA”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

**INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR:**

**ALVERT, GUTIERREZ ORE**

**ASESOR**

**LIMA, DICIEMBRE 2018**

## **DEDICATORIA**

A Dios, a mis padres por darme el privilegio de estudiar y culminar con éxito mi carrera de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, gracias por todo su amor, comprensión y apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la vida y a mi familia, quienes me apoyaron en todo mi camino, por aquellas personas con las que cruzó mi destino y ayudaron a forjar esta historia.

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	4
Índice de Tablas.....	6
Índice de Figuras.....	8
RESUMEN .....	10
ABSTRACT .....	11
INTRODUCCIÓN .....	12
CAPÍTULO I: REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	15
1.1 Descripción de la Realidad Problemática .....	16
1.2 Definición del Problema.....	16
1.3 Objetivos del Proyecto.....	17
1.4 Justificación de la Investigación.....	17
1.5 Limitaciones del estudio.....	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 Antecedentes Bibliográficos.....	20
2.2 Bases Teóricas .....	23
2.3 Definición de términos básicos .....	36
CAPÍTULO III: PROPUESTA DE DISEÑO.....	38
3.1 Descripción del Diseño .....	39
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	65
4.1 Diseño metodológico .....	66
4.2 Diseño muestral.....	67
4.3 Técnicas de recolección de datos.....	68
4.4 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información .....	68
4.5 Aspectos éticos.....	69
CAPÍTULO V: RESULTADOS.....	70
5.1 Resultados.....	71

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN .....	80
6.1 Discusión .....	81
CONCLUSIONES.....	91
RECOMENDACIONES .....	92
ANEXOS .....	93
Anexo 1 – Instrumento de medición.....	94
Anexo 2 – Reporte de medición .....	95
Anexo 3 - Programación.....	103

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de cargas de iluminación piso N°1.....	39
Tabla 2: Cuadro de cargas de equipos de aire acondicionado piso N°1.....	40
Tabla 3: Cuadro de cargas de iluminación piso N°2.....	40
Tabla 4: Cuadro de cargas de equipos de aire acondicionado piso N°2.....	41
Tabla 5: Cuadro de cargas de iluminación piso N°3.....	41
Tabla 6: Cuadro de cargas de equipos de aire acondicionado piso N°3.....	42
Tabla 7: Datos recolectados de la muestra – Sistema manual.....	71
Tabla 8: Datos recolectados de la muestra – Sistema automático.....	72
Tabla 9: Resumen de procesamiento casos - Tiempo de operación iluminación.....	72
Tabla 10: Media consumo de energía por día – Control de operación manual.....	73
Tabla 11: Resumen de procesamiento de casos – Tiempo de operación de los equipos de aire acondicionado - Manual.....	74
Tabla 12: Media consumo de energía por día – Control de operación manual.....	74
Tabla 13: Resumen de procesamiento de casos – Tiempo de operación de la iluminación - Automático.....	75
Tabla 14: Media consumo de energía por día – Control de operación automático.....	76
Tabla 15: Resumen de procesamiento de casos – Tiempo de operación de los equipos de aire acondicionado - Automático.....	74
Tabla 16: Media consumo de energía por día – Control de operación automático.....	77
Tabla 17: Media tiempo de operación de iluminación manual – Media tiempo de operación de iluminación automático.....	78
Tabla 18: Media tiempo de operación de los equipos de aire acondicionado – Media tiempo de operación de los equipos de aire acondicionado.....	79

Tabla 19: Potencia consumida en el piso 1.....	87
Tabla 20: Costo de inversión.....	89
Tabla 21: Análisis del retorno de la inversión.....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Diagrama de Tiempo de accionamiento de la iluminación del Piso N° 1	43
Figura 2:	Diagrama de Tiempo de accionamiento de los equipos de aire acondicionado del Piso N° 1	44
Figura 3:	Diagrama de Tiempo de accionamiento de la iluminación del Piso N° 2	45
Figura 4:	Diagrama de Tiempo de accionamiento de los equipos de aire acondicionado del Piso N° 2	46
Figura 5:	Diagrama de Tiempo de accionamiento de la iluminación del Piso N° 3	47
Figura 6:	Diagrama de Tiempo de accionamiento de los equipos de aire acondicionado del Piso N° 3	48
Figura 7:	Programación – Piso 1 – Recepción – Parte 1	53
Figura 8:	Programación – Piso 1 – Recepción – Parte 2	53
Figura 9:	Programación – Piso 1 – Recepción – Parte 3	54
Figura 10:	Programación – Piso 1 – Recepción – Parte 4	54
Figura 11:	Programación – Piso 1 – Aula 101 – Parte 1	55
Figura 12:	Programación – Piso 1 – Aula 101 – Parte 2	55
Figura 13:	Programación – Piso 1 – Aula 101 – Parte 3	56
Figura 14:	Programación – Piso 1 – Aula 101 – Parte 4	56
Figura 15:	Programación – Piso 1 – Aula 102 – Parte 1	57
Figura 16:	Programación – Piso 1 – Aula 102 – Parte 2	57
Figura 17:	Programación – Piso 1 – Aula 102 – Parte 3	58
Figura 18:	Programación – Piso 1 – Aula 102 – Parte 4	58
Figura 19:	Programación – Piso 1 – Aula 102 – Parte 5	59
Figura 20:	Programación – Piso 1 – Aula 102 – Parte 6	59

Figura 21: Programación – Piso 1 – Aula 102 – Parte 6 .....	60
Figura 22: Programación – Piso 1 – Aula 103 – Parte 1 .....	60
Figura 23: Programación – Piso 1 – Aula 103 – Parte 2.....	61
Figura 24: Programación – Piso 1 – Aula 103 – Parte 3.....	61
Figura 25: Programación – Piso 1 – Aula 103 – Parte 4 .....	62
Figura 26: Programación – Piso 1 – Hall de Exposiciones – Parte 1.....	62
Figura 27: Programación – Piso 1 – Hall de Exposiciones – Parte 2.....	63
Figura 28: Programación – Piso 1 – Hall de Exposiciones – Parte 3.....	63
Figura 29: Programación – Piso 1 – Hall de Exposiciones – Parte 4.....	64
Figura 30: Regresión Lineal – Tiempo de operación de iluminación y el Consumo de energía por día .....	73
Figura 31: Regresión Lineal – Tiempo de operación de los equipos de aire acondicionado y el Consumo de energía por día .....	75
Figura 32: Regresión Lineal – Tiempo de operación de la iluminación y el Consumo de energía por día – Sistema automático .....	76
Figura 33: Regresión Lineal – Tiempo de operación de los equipos de aire acondicionado y el Consumo de energía por día – Sistema automático ..	78
Figura 34: Cargas del piso 1.....	85

## RESÚMEN

La presente Tesis tiene como objetivo determinar el impacto que tiene el modo de operación del sistema de control eléctrico en el consumo de energía, en el Instituto SISE.

En la presente tesis el diseño de investigación es *Experimental de tipo Experimental Puro*, ya que, esta investigación consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular.

El porcentaje de impacto que se obtuvo en relación al modo de operación del sistema de control eléctrico y el consumo de energía es de un -51.5%, esto quiere decir que el consumo de energía a disminuido en un 51.5%.

Asimismo, el porcentaje de impacto que se obtuvo en relación al tiempo de operación de iluminación manual y automático es de -41.01%, esto quiere que el porcentaje de disminución del antes y después representa a un 41.01%.

Finalmente, el porcentaje de impacto que se obtuvo en relación al tiempo de operación de los equipos de aire acondicionado manual y automático es de -52.70%, esto quiere que el porcentaje de disminución del antes y después representa a un 52.70%.

## ABSTRACT

The objective of this thesis is to determine the impact that the operation mode of the electrical control system has on the consumption of energy, in the SISE Institute.

In the present test the experimental design of Pure Experimental type, since, this investigation consists in the manipulation of an experimental variable not verified, in strictly controlled conditions, to describe in what way or for what cause a situation or event.

The percentage of impact that was obtained in relation to the operation mode of the control system and energy consumption is -51.5%, this means that the energy consumption was reduced by 51.5%.

Also, the percentage of impact obtained in relation to the time of manual lighting operation and the automatic time of -41.01%, this means that the percentage of decrease in time and then represents 41.01%.

Finally, the percentage of impact obtained in the relation with the operating time of the air conditioning equipment, the manual and the automatic are -52.70%, this means that the percentage of decrease of the before and after represents a 52.70%.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el Instituto SISE presenta un problema que está relacionado con el alto consumo de energía eléctrica, dicho problema se ve reflejado en el monto mensual del recibo de luz, el exceso de consumo de energía eléctrica se debe a la falta de un mecanismo de control automático que permita el correcto funcionamiento del sistema eléctricos del Instituto Educativo.

Dos puntos específicos describen la realidad problemática actual; El primero es que existen antecedentes de Estudio Energético, en los cuales se concluye que el incremento del consumo de energía eléctrica se debe a que las lámparas fluorescentes y equipos de Aire Acondicionado están prendidos en horas no laborales.

El segundo punto es que la causa del alto consumo de energía que se genera en parte está relacionada con el control manual del encendido y apagado de los equipos eléctricos, es decir que un personal del Instituto Educativo SISE es el encargado de este accionamiento en el turno mañana y tarde, pero en muchas ocasiones no se realiza dicha función por lo cual los equipos eléctricos paran encendidos las 24hrs.

Ante la situación problemática mencionada el problema principal de la presente tesis es el siguiente: ¿Cuál es el impacto del modo de operación del sistema de control eléctrico en el consumo de energía, en el Instituto SISE?; Asimismo, tiene como objetivo general: Determinar el impacto del modo de operación del sistema de control eléctrico en el consumo de energía, en el Instituto SISE.

La importancia de esta investigación es que se logrará disminuir el consumo energético de las luminarias y equipos de aire acondicionado, ya que se tendrá un control automático de encendido y apagado de estos, con lo cual según estudios se puede llegar a ahorrar por la noche hasta un 50% de energía.

La limitación de esta investigación es el poco acceso a la información de los registros de consumo eléctrico del Instituto SISE y de las características de los equipos eléctricos, a fin de determinar la situación o realidad problemática que sustente el porqué de mi propuesta de solución.

El diseño de Investigación que se ha determinado para la presente tesis es *Experimental de tipo Experimental Puro*, ya que, según Bisquerra, R. (2004) en su libro *Metodología de la Investigación Educativa* afirma que: La investigación experimental consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular.

En la presente investigación la población la constituyen los 17 equipos y/o componentes que conforman el sistema eléctrico del Instituto SISE; asimismo la muestra será igual a los 17 equipos y/o componentes que conforman el sistema eléctrico del Instituto SISE, la muestra será igual a la población ya que según Hernández, R. (2003), en su libro *Metodología de la Investigación* expresa que: Si la población es menor a cincuenta (50), la población es igual a la muestra.

En ese sentido y con la finalidad de determinar el impacto que tiene el modo de operación del sistema de control eléctrico en el consumo de energía, en el Instituto SISE, describo la presente Tesis en seis capítulos.

En el Capítulo I, se describe la realidad problemática, sobre la cual se sustenta y justifica mi investigación, precisando la definición del problema, y los objetivos que se pretenden alcanzar.

En el Capítulo II, se desarrolla el marco teórico en la cual se sustenta mi propuesta de solución, en el cual describo los antecedentes de investigación, así como las bases teóricas en relación con las variables independiente y dependientes.

En el Capítulo III, se describe y desarrolla la propuesta de diseño, inicialmente se determinará los elementos de entrada y salida del proceso, para luego identificar el correcto dimensionamiento del PLC a automatizar, luego se desarrollará la programación del Controlador Lógico Programable.

En el Capítulo IV, se realiza la metodología de la investigación, que contiene los siguientes puntos diseño metodológico, diseño muestral, técnicas de recolección de datos, técnicas estadísticas para el procesamiento de la información y aspectos éticos de la investigación.

En el Capítulo V, se muestra los resultados

Finalmente, en el Capítulo VI, se desarrolla la discusión de la investigación.

**CAPÍTULO I**  
**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1 Descripción de la Realidad Problemática**

Actualmente el Instituto SISE presenta un problema que está relacionado con el alto consumo de energía eléctrica, dicho problema se ve reflejado en el monto mensual del recibo de luz, el exceso de consumo de energía eléctrica se debe a la falta de un mecanismo de control automático que permita el correcto funcionamiento del sistema eléctricos del Instituto Educativo.

Dos puntos específicos describen la realidad problemática actual; El primero es que existen antecedentes de Estudio Energético, en los cuales se concluye que el incremento del consumo de energía eléctrica se debe a que las lámparas fluorescentes y equipos de Aire Acondicionado están prendidos en horas no laborales.

El segundo punto es que la causa del alto consumo de energía que se genera en parte está relacionada con el control manual del encendido y apagado de los equipos eléctricos, es decir que un personal del Instituto Educativo SISE es el encargado de este accionamiento en el turno mañana y tarde, pero en muchas ocasiones no se realiza dicha función por lo cual los equipos eléctricos paran encendidos las 24hrs.

## **1.2 Formulación del Problema**

### **1.2.1 Problema General.**

¿Cuál es el impacto del modo de operación del sistema de control eléctrico en el ahorro energético, en el Instituto SISE?

### **1.2.2 Problemas Específicos.**

- ¿Cuál es el impacto del modo de operación manual del sistema de control eléctrico, sobre el consumo de energía eléctrica, en el Instituto SISE?
- ¿Cuál es el impacto del modo de operación automático del sistema de control eléctrico, sobre el consumo de energía eléctrica, en el Instituto SISE?

## **1.3 Objetivos del Proyecto**

### **1.3.1 Objetivo General.**

Determinar el impacto del modo de operación del sistema de control eléctrico en el consumo energético, en el Instituto SISE.

### **1.3.2 Objetivos de la Investigación.**

- Determinar el impacto del sistema de control eléctrico automatizado, sobre el tiempo de operación de iluminación manual, en el Instituto SISE.
- Determinar el impacto del sistema de control eléctrico automatizado, sobre el tiempo de operación de aire acondicionado manual, en el Instituto SISE.

## **1.4 Justificación de la Investigación**

### **1.4.1 Importancia de la Investigación.**

La importancia de esta investigación es que se logrará disminuir el consumo energético de las luminarias y equipos de aire acondicionado,

ya que se tendrá un control automático de encendido y apagado de estos, con lo cual según estudios se puede llegar a ahorrar por la noche hasta un 50% de energía, reduciendo así los altos montos mensuales que llegan en el recibo de luz.

#### **1.4.2 Viabilidad de la Investigación**

La presente investigación resulta viable ya que todos los equipos eléctricos de medición serán proporcionados por la Empresa Enel.

#### **1.5 Limitaciones del estudio**

- La limitación de esta investigación es el poco acceso a la información de los registros de consumo eléctrico del Instituto SISE y de las características de los equipos eléctricos, a fin de determinar la situación o realidad problemática que sustente el porqué de mi propuesta de solución.
- Otra limitación es el restringido acceso para realizar las pruebas de campo, en cuanto al funcionamiento del sistema eléctrico, ya que durante el día y la tarde el instituto se encuentra en funcionamiento.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## 2.1 Antecedentes de la Investigación

Salazar, P., Gaytán, N., y López, V. (2011). *Automatización de sistema de iluminación, aire acondicionado y seguridad en la dirección general de Televisión Educativa*, de la Escuela de Pregrado del Instituto Politécnico Nacional de México, concluye que: Para el sistema de iluminación se realizó el control para lámparas con poco consumo de energía, aunado a esto con el control propuesto se logra disminuir aún más el gasto energético con la implementación del sistema automático de iluminación, con el control de aire acondicionado se logra un confort en la temperatura de las oficinas para el trabajador.

Boscán, L. (2010). *Diseño de un sistema de control mediante PLC para las instalaciones de aire acondicionado central (agua helada) e iluminación de un Edificio de Laboratorios*, de la Escuela de Pregrado de la Universidad Central de Venezuela, concluye que: Se diseñó el sistema de control para controlar la iluminación, asignando bloques horarios especificados para siete (7) laboratorios: Maquinas Eléctricas, Instrumentación y Control, Neumática, Hidráulica, Telecomunicaciones, Electrónica, Mecanizado y aéreas comunes y administrativas, para contribuir con mayor ahorro energético se implementó en el diseño elementos detectores de presencia haciendo que el encendido de las luces no solo dependa del horario sino también de que cada laboratorio este ocupado por personas. La automatización en los edificios es de suma importancia ya que contribuye con el ahorro energético tan demandado actualmente a nivel mundial, reduciendo de manera significativa el consumo eléctrico.

Cadena, J. (2015). *Eficiencia energética en edificaciones empleando sistemas de control y automatización basados en el estándar KNX*, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Politécnica de Cataluña de Barcelona, concluye que: A lo largo de la realización de este proyecto se ha podido constatar las grandes ventajas que presenta el diseñar una edificación incluyendo sistemas de automatización y control, destacando el ahorro del consumo energético que presentará a lo largo de su vida útil, consumo que varía principalmente de acuerdo a la climatización necesaria, la función a la que se destina y los materiales de construcción del edificio, ayudando a los usuarios del edificio a mantener un equilibrio coordinado entre las actividades que realizan diariamente y el coste energético para poder ejercerlas, todo esto logrado de manera casi imperceptible para ellos, puesto que, estos sistemas se encontrarían ejecutando las funciones normales para la que fueron programados por tiempo ininterrumpido, siempre y cuando se encuentren conectados a la red eléctrica.

Contreras, A. (2010). *Diseño de un sistema de automatización para el sistema de iluminación de una planta industrial*, de la Escuela de Pregrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú de Lima, concluye que: La investigación realizada en la planta permitió encontrar que en una zona como el almacén de materias primas era más atinado optar por aprovechar la luz natural con el fin de optimizar los consumos. Los usuarios asumieron esta solución como válida y colocaron planchas de policarbonato en el perímetro y parte frontal del almacén. Esta actitud refleja una disposición del personal por adoptar una política de ahorro de energía que permitirá desarrollar una cultura hacia la eficiencia energética y próximas inversiones orientadas a este fin.

Hernández, D., Piña, M. y Vásquez, M. (2008). *Automatización para la administración de energía, control de acceso, vigilancia, incendio, intrusión y clima del complejo de oficinas*, de la Escuela de Pregrado del Instituto Politécnico Nacional de México, concluye que: El consumo de energía del edificio será minimizado ya que todos los elementos de control propuestos en el proyecto son ahorradores de energía, este ahorro de energía será proporcionado en mayor parte por el sistema de iluminación ya que como se ha planteado, en los edificios de oficinas permanecen las luces la mayor parte del tiempo encendidas aunque no sea necesario. La implementación de este sistema es completamente viable ya que la inversión en los sistemas de control traerá como consecuencia reducción de costos en pagos de energía.

Salgado, O. (2008). *Diseño del sistema automatizado de control y supervisión de energía de un Edificio Bancario*, de la Escuela de Pregrado de la Universidad Simón Bolívar de Sartenejas concluye que: Con la culminación de este trabajo, queda elaborado un manual de funcionamiento del sistema, así como un manual de operaciones del software utilizado para la integración de todos los sistemas. Gracias al sistema de absorción de picos, junto con el uso más eficiente de los sistemas de alumbrado y de aire acondicionado se está reduciendo el consumo de energía de un 35%. Podemos observar como todos y cada uno de los objetivos en este proyecto fueron alcanzados. Por ejemplo, como cada medidor de piso censa la energía consumida y una vez llegada la factura de la compañía de suministro es posible repartir estos gastos entre los diferentes departamentos.

## 2.2 Bases Teóricas

### 2.2.1 Modo de Operación

Carrillo, A. (2011) en su libro *Sistemas Automáticos de Control* afirma lo siguiente:

El modo de operación se define como el método para controlar de manera automática o manual sistemas de control o procesos. Asimismo, los sistemas de control es un campo amplio y complejo; está presente en áreas de lo natural y de lo biológico, y en áreas de lo artificial de lo creado por el hombre como es la que nos ocupa: la Tecnología.

Centrándonos en el área de la Tecnología, observamos que existen distintos sistemas tecnológicos de uso cotidiano que disponen de sistemas de control. Los sistemas de control pueden ser manuales o automáticos.

#### ***A. Modo de Operación Manual.***

Asimismo, Carrillo afirma que, para obtener una respuesta del sistema, interviene el hombre sobre el elemento de control. La acción del hombre es, entonces, la que actúa siempre sobre el sistema (cierra o abre, acciona un interruptor, aprieta el freno...), para producir cambios en el funcionamiento.

Encontramos sistemas de control manuales, por ejemplo, en:

- El frenado de un auto

- El encendido y el apagado de las luces en una habitación
- La operación de la hornilla de gas de una cocina
- El control del agua de una olla

### ***B. Modo de Operación Automático.***

Según Carillo el sistema da respuesta sin que nadie intervenga de manera directa sobre él, excepto en la introducción de condiciones iniciales o de consigna. El sistema “opera por sí solo”, efectuando los cambios necesarios durante su funcionamiento. Así, se reemplaza el operador humano por dispositivos tecnológicos que operan sobre el sistema (relés, válvulas motorizadas, válvulas solenoides, actuadores, interruptores, motores, etc.).

Encontramos sistemas automáticos de control en, por ejemplo:

- Heladeras
- Termotanques
- Alumbrado público
- Piloto automático de un avión
- Equipos de aire acondicionado

Para el mismo autor un sistema automático de control es un conjunto de componentes físicos conectados o relacionados entre sí, de manera que regulen o dirijan su actuación por sí mismos, es decir sin intervención de agentes exteriores (incluido el factor humano),

corrigiendo además los posibles errores que se presenten en su funcionamiento.

Para Carrillo actualmente, cualquier mecanismo, sistema o planta industrial presenta una parte actuadora, que corresponde al sistema físico que realiza la acción, y otra parte de mando o control, que genera las órdenes necesarias para que esa acción se lleve o no a cabo.

Asimismo, el autor define que en automática se sustituye la presencia del ser humano por un mecanismo, circuito eléctrico, circuito electrónico o, más modernamente por un ordenador. El sistema de control será, en este caso automático. Un ejemplo sencillo de sistema automático lo constituye el control de temperatura de una habitación por medio de un termostato, en el que se programa una temperatura de referencia que se considera idónea. Si en un instante determinado la temperatura del recinto es inferior a la deseada, se producirá calor, lo que incrementará la temperatura hasta el valor programado, momento en que la calefacción se desconecta de manera automática.

### **2.2.2 Ahorro Energético.**

Desde hace unos años atrás se viene hablando de ahorro energético, pero, qué es el ahorro energético, Según Fiestas (2011) afirma lo siguiente:

El ahorro energético es la gestión adecuada del consumo de los diferentes tipos de energía y el objetivo del ahorro energético como su mismo nombre lo dice es ahorrar energía, lo cual se puede realizar de dos maneras: disminuyendo la potencia consumida por el utilizador o disminuir su tiempo de trabajo, ahorrar energía trae de manera inherente dos ventajas: disminuir la emisión de los gases de efecto invernadero y disminuir los costos por consumo de energía.

El autor también establece que: Hoy en día casi en la totalidad de procesos se utiliza la energía eléctrica como fuente energética para realizar trabajo. Desde una pequeña casa dentro de un asentamiento humano rural hasta una gran planta de producción hace uso de energía eléctrica, y en todas ellas se puede optimizar su uso. Esto se debe a que los procesos que utilizan electricidad presentan una mayor eficiencia, son más limpios y más controlables que los procesos que no trabajan con este tipo de energía, actualmente gracias a la electrónica de potencia y al control industrial, procesos que consumían mucha energía presentan una optimización tal que trabajan en su valor de rendimiento máximo.

#### ***A. Formas de ahorrar energía eléctrica.***

Como se mencionó anteriormente, el ahorro energético será enfocado a los sistemas de control eléctrico. De acuerdo con lo investigado, se tiene que las formas de realizar un ahorro energético son tres a saber:

- Mejora del rendimiento de los equipos.
- Mejora del rendimiento de la instalación eléctrica.
- Utilización racional de los equipos.

Para el mismo autor el ahorro eléctrico, establece 3 justificaciones:

- Disminuir los efectos negativos de un estiaje haciéndolos menos severos en el sector eléctrico.
- Bajar el valor a pagar de la planilla por consumo de luz.
- Modular la curva de carga.

Por tal motivo, y según lo antes expuesto, se definirá el Ahorro Eléctrico (o Ahorro Energético, como quiera llamarse) de forma operacional tal como sigue: aquel proceso o conjunto de procesos que induzca en las personas e instituciones practicar buenos hábitos y actitudes con respecto al buen uso de la Electricidad, que redunde en una mayor eficiencia en el uso de la energía.

### ***B. Consumo energético.***

De Pro, A. (2014) en su libro La energía: uso, consumo y ahorro energético en la vida cotidiana afirma lo siguiente: Desde el advenimiento de la revolución industrial, el consumo energético mundial ha crecido de forma continuada. En 1890 el consumo de combustibles fósiles alcanzó al de biomasa utilizada en la industria y en los hogares. En 1900, el consumo energético global supuso 0,7 TW ( $0,7 \times 10^{12}$  Watts).

Según el mismo autor el consumo energético es el gasto total de energía para un proceso determinado. Por otro lado, de forma lógica, el concepto de consumo energético está inversamente conectado a la eficiencia energética, de tal forma que según aumenta el gasto de energía por servicio prestado, la eficiencia energética disminuye. El consumo de energía se mide en kWh, lo que viene a significar kilovatios por hora. El vatio es la unidad de potencia, mientras que la hora hace referencia al tiempo. Por lo tanto, un kilovatio hora (kWh) implica que, durante una hora, se realiza un consumo de potencia de 1000 vatios.

Para el autor la equivalencia de esta unidad a un supuesto real, sería la de diez lámparas o dispositivos de 100 vatios encendidas a la vez. Esta unidad de medida es la utilizada por las empresas para conocer el consumo de un hogar, y actuar en consecuencia a la hora de emitir una factura. Concretamente, se refiere a la cantidad de energía que se consume en una vivienda o local durante un periodo de tiempo determinado.

Asimismo, el autor señala que no es lo mismo el consumo de energía eléctrica que la potencia eléctrica contratada. La potencia eléctrica se define como la cantidad de kW contratados en un determinado inmueble. Esta potencia es la que da soporte a todos los aparatos, y la que evita que salten los plomos al conectar varios a la vez. Esta

potencia puede aumentar o disminuir según el contrato, pero no está directamente relacionada con la energía consumida.

Según Rey, J. y Velasco, E. (2006) los objetivos buscados en un sistema de gestión energética para controlar el consumo de energía son:

- Controlar y gestionar la energía.
- Conseguir el mayor ahorro energético y por lo tanto un ahorro económico.
- Controlar y optimizar la facturación.
- Disminuir el impacto ambiental como consecuencia de la disminución de los consumos.

- ***Consumo energético y su relación con el Impacto Ambiental.***

El consumo de energía en el planeta ha crecido exponencialmente, sobre todo a partir de la segunda mitad del siglo XX. En la actualidad, el consumo energético rebasa los 12, 476 mtp (millones de toneladas de petróleo equivalente) (BP, 2013), de los cuales, más del 90% se deriva de la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural), a una tasa de crecimiento promedio del 2% anual (The World Bank, 2014).

Según De Pro estos niveles de consumo exorbitantes se deben a factores como el acelerado crecimiento poblacional, la intensiva urbanización y a las elevadas demandas de los diversos procesos

de industrialización a nivel mundial. En consecuencia, el enorme consumo energético provoca la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y un severo y acelerado deterioro del medio ambiente.

Asimismo, el autor señala que una parte muy importante de este consumo se realiza en las edificaciones de diversos géneros para satisfacer los requerimientos de climatización artificial de los espacios arquitectónicos y de la iluminación, entre otros usos, por lo tanto, los edificios consumen importantes cantidades de energía, en muchas ocasiones innecesaria, pero a su vez, representan una magnífica fuente de oportunidad para reducir el consumo de energía y la emisión de GEI a la atmósfera.

Para el autor la integración adecuada de sistemas de alumbrado de alta eficiencia energética, integrados con sistemas y estrategias innovadores de iluminación natural es una alternativa sustentable de solución a las problemáticas del elevado consumo de energía proveniente de combustibles fósiles y para revertir esta situación y atenuar los efectos nocivos del deterioro ambiental y mitigar los efectos del cambio climático a nivel mundial y regional.

### ***C. Norma del uso eficiente de la energía eléctrica.***

Según el MINEN, el 08 de septiembre de 2000, fue publicada la Ley N° 27345, Ley de Promoción del Uso de la Energía, mediante la cual

se declara de interés nacional la promoción del Uso Eficiente de la Energía (UEE) para asegurar el suministro de energía, proteger al consumidor, fomentar la competitividad de la economía nacional y reducir el impacto negativo del uso y consumo de los energéticos. Así mismo, el numeral 3.1 del artículo 3º de la citada Ley, establece que los equipos y artefactos que requieren suministro de energéticos incluirán en sus etiquetas, envases, empaques y publicidad, la información sobre su consumo energético en relación con los estándares de eficiencia energética, bajo responsabilidad de sus productores y/o importadores.

Según el MINEN, Las etiquetas de eficiencia energética son etiquetas informativas adheridas a los productos manufacturados que indican el consumo de energía del producto (generalmente en la forma de uso de la energía, eficiencia y/o costos de la energía) para proporcionar a los consumidores los datos necesarios para hacer compras con información adecuada.

Puede haber tres tipos de etiquetas:

- Las etiquetas de aprobación son esencialmente “sellos de aprobación” de acuerdo con un conjunto específico de criterios.
- Las etiquetas de comparación le ofrecen al consumidor información que les permita comparar el rendimiento entre productos similares, ya sea utilizando categorías discretas de funcionamiento o una escala continua.

- Las etiquetas de información únicamente proporcionan datos sobre el rendimiento del producto.

A continuación, el Ministerio de Energía y Minas presenta y recomienda las siguientes etiquetas:

- Etiqueta recomendada de eficiencia energética en calderas industriales. Norma Técnica Peruana NTP 350.301 2008. Estándares de Eficiencia Térmica (Combustible / Vapor) y Etiquetado.
- Norma Técnica Peruana NTP 399.450 2008 Eficiencia Energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, de propósito general, potencia nominal de 0,746 kW a 149,2 kW. Límites y Etiquetado.
- Norma Técnica Peruana NTP 399.483 2007 Eficiencia Energética en artefactos refrigeradores, refrigeradores – congeladores y congeladores para uso doméstico. Etiqueta recomendada de eficiencia energética en calentadores de agua eléctrica de acumulación.
- Proyecto de Norma Técnica Peruana PNTP 370.502 2009 Eficiencia Energética en calentadores de agua eléctricos tipo con tanque de almacenamiento para propósitos domésticos. Rangos de eficiencia y etiquetado.
- Etiqueta de eficiencia energética en lámparas de uso doméstico Norma Técnica Peruana NTP 370.101-2 2008 Etiquetado de

Eficiencia Energética para lámparas fluorescentes compactas, circulares, lineales y similares de uso doméstico.

Según el MINEN, las razones para el uso de normas y etiquetas de eficiencia energética son:

- Gran potencial de ahorro de energía
- Enorme costo real, y una manera muy eficaz de limitar el crecimiento de energía sin limitar el crecimiento económico.
- Exigir un cambio en el comportamiento de un cierto número de fabricantes en lugar de todo el público consumidor
- Tratar por igual a todos los fabricantes, distribuidores y pequeños comerciantes, y Resultado en el ahorro de energía está generalmente asegurado, y es bastante sencillo cuantificarlo y puede ser verificado fácilmente.

Según el MINEN, la ley N° 27345 tiene como objetivo declarar de interés nacional la promoción del Uso Eficiente de la Energía (UEE) para asegurar el suministro de energía, proteger al consumidor, fomentar la competitividad de la economía nacional y reducir el impacto ambiental negativo del uso y consumo de los energéticos.

#### ***D. Gestión energética en edificios.***

Según Rey, J. y Velasco, E. (2006) la gestión energética se puede definir como la suma de medidas planificadas y llevadas a cabo para conseguir el objetivo de utilizar la mínima cantidad posible de energía

mientras se mantienen los niveles de confort (en oficinas y edificios) y los niveles de producción (en fábricas), es, por tanto, un procedimiento organizado de previsión y control del consumo de energía, que tiene como fin obtener el mayor rendimiento energético posible sin disminuir el nivel de prestaciones obtenidas.

Para el mismo autor la gestión energética en un edificio pasa por una serie de etapas que constituyen un ciclo cerrado con el objetivo de la mejora continua. Este conjunto de fases engloba el análisis energético, la detección de áreas de ahorro y las necesidades del área objeto, estableciendo un procedimiento adecuado para el control de las fuentes de energía consumida, el control de los puntos de consumo, la reducción de estos y el análisis de las mejores alternativas. El ciclo se cierra con revisiones periódicas y la mejora del sistema con el fin de obtener el máximo rendimiento energético sin disminuir el nivel de prestaciones.

Según Rey los objetivos buscados en un sistema de gestión energética son:

- Controlar y gestionar la energía.
- Conseguir el mayor ahorro energético y por lo tanto un ahorro económico.
- Controlar y optimizar la facturación.
- Disminuir el impacto ambiental como consecuencia de la disminución de los consumos.

Según Rey la gestión energética implica la medida de la energía consumida con el objetivo de establecer planes de ahorro y eficiencia además del seguimiento continuado, le evaluación del sistema y la mejora. De esta forma, conseguimos optimizar los recursos energéticos y los costos de la energía, con la gestión energética se pretende alcanzar la máxima eficiencia en el suministro, la conversión y la utilización de la energía. Esto significa, lograr un uso más racional de la energía que permita reducir el consumo de esta sin perjuicio del confort, la productividad de los ocupantes, calidad de vida y/o servicios prestados y de manera más general, sin disminuir el nivel de vida.

Para Rey y Velasco en toda Gestión Energética existirá una serie de etapas a seguir que constituirán un ciclo cerrado con el objetivo de garantizar la mejora continua del sistema. Las etapas fundamentales que se identifican en todos los sistemas de gestión energética son:

- Análisis Inicial del Sistema.
- Especificación cuantitativa de los objetivos que se persiguen.
- Elaboración del Plan de Acción.
- Implantación de las estrategias y planes de trabajo.
- Evaluación, progreso y mejora.

Según los autores de todas estas etapas, la implantación de las estrategias y planes de trabajo y la evaluación, progreso y mejora son las más importantes pues engloban el análisis energético, la

especificación de los objetivos perseguidos y la elaboración de un plan de actuación a seguir. Una vez implementado este plan de actuación el ciclo se cierra con la revisión y mejora del sistema pasando de nuevo a una nueva planificación energética si fuera necesario corregirlo de acuerdo con los objetivos fijados.

### **2.3 Definición de términos básicos**

- **Actuadores:** Son los elementos que usa el sistema con el fin de modificar el estado de los dispositivos que reciben las órdenes de los controladores, estos son los que actúan de unidad central de control.
- **Ahorro Energético:** El ahorro energético, también conocido como eficiencia energética o ahorro de energía, es un concepto clave para el desarrollo sostenible.
- **Automatización:** La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.
- **Controlador Lógico Programable:** También llamados PLC son dispositivos para controlar procesos secuenciales y pueden ser programados para controlar cualquier tipo de máquina.
- **Controlador:** Son los dispositivos que permiten la gestión del sistema, estos emiten las señales con la información que contiene las órdenes que se envían desde el equipo que se esté manejando, logrando así actuar sobre el sistema.
- **Diseño:** Un diseño es el resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea a cierta problemática particular, pero tratando en lo posible de ser práctico y a la vez estético en lo que se hace.

- Sensor: Son los elementos monitorizan el entorno en busca de un cambio para actuar, se los puede denominar como “los ojos del sistema”, ya que el momento de detectar un cambio de estado transmite al sistema la información que recibió, el controlador ejecutará una acción al recibir el cambio en el sensor que corresponda.
- Sistema: Un sistema es módulo ordenado de elementos que se encuentran interrelacionados y que interactúan entre sí. El concepto se utiliza tanto para definir a un conjunto de conceptos como a objetos reales dotados de organización

**CAPÍTULO III**  
**PROPUESTA DEL DISEÑO**

### 3.1 Descripción del diseño

A continuación, se describe las cargas eléctricas pertenecientes a los tres pisos del Instituto SISE, las mismas que definirán el dimensionamiento del Controlador Lógico Programable, el cual está relacionado con el número de entradas y salidas que se utilizarán en el proyecto.

- **Primer piso**

El primer piso del Instituto SISE, está conformado por cargas eléctricas tales como: luces dicroico, luces fluorescentes, y equipos de aire acondicionado. A continuación, en la Tabla 1 se muestra la potencia total de cada equipo de iluminación; así también en la Tabla 2, se muestra la potencia total de los equipos de aire acondicionado.

**Tabla 1**  
Cuadro de cargas de iluminación piso N°1

N° CIRCUITO	DESCRIPCION DE LA CARGA	POTENCIA (KW)	CANTIDAD (Unidad)	POTENCIA TOTAL (KW)
C-1	Recepción – T.C. Luces Dicroico (2X50W).	0.050	9	0.45
C-2	Aula A 101 – T.C. Luces Fluorescente (2X36W).	0.085	8	0.68
C-3	Aula A 102 – T.C. Luces Fluorescente(2X36W)	0.085	8	0.68
C-4	Aula A 103 – T.C. Luces Fluorescente(2X36W)	0.085	8	0.68
C-5	Hall de Exposiciones – T.C. Luces Dicroicos (50W)	0.050	26	1.3
<b>TOTAL</b>				<b>3.79</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2**

Cuadro de cargas de equipos de aire acondicionado piso N°1

NÚMERO DE CIRCUITO ELÉCTRICO	UBICACIÓN	EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO			
		MARCA	CAPACIDAD (BTU/h)	CONSUMO DE CORRIENTE (A)	CONSUMO DE POTENCIA (KW)
C-1	Recepción	LG	24000	8.06	2.852
C-2	Hall de Exposiciones	MIDEA	48000	14.78	5.300
C-3	Aula A 101	MIDEA	48000	14.78	5.300
C-4	Aula A 102	MIDEA	48000	14.78	5.300
C-5	Aula A 103	YORK	36000	17.32	6.121
<b>TOTAL</b>					24.873

Fuente: Elaboración propia

- **Segundo piso**

El segundo piso del Instituto SISE, está conformado por cargas eléctricas tales como: luces dicroico, luces fluorescentes, y equipos de aire acondicionado.

**Tabla 3**

Cuadro de cargas de iluminación piso N°2

N° CIRCUITO	DESCRIPCION DE LA CARGA	POTENCIA (KW)	CANTIDAD (Unidad)	POTENCIA TOTAL (KW)
C-6	Aula A 201 – T.C. Luces Dicroico (2X50W).	0.050	9	0.45
C-7	Aula A 202 – T.C. Luces Fluorescente (2X36W).	0.085	8	0.68
C-8	Aula A 203 – T.C. Luces Dicroicos (50W)	0.050	8	0.4
C-9	Aula A 204 – T.C. Luces Dicroicos (50W)	0.050	9	0.45
C-10	Aula A 205 – T.C. Luces Fluorescente(2X36W)	0.085	8	0.68
C-11	Aula A 206 – T.C. Luces Fluorescente(2X36W)	0.085	8	0.68
<b>TOTAL</b>				3.34

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4**

Cuadro de cargas de equipos de aire acondicionado piso N°2.

NÚMERO DE CIRCUITO ELÉCTRICO	UBICACIÓN	EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO			
		MARCA	CAPACIDAD (BTU/h)	CONSUMO DE CORRIENTE (A)	CONSUMO DE POTENCIA (KW)
C-6	Aula A 201	MIDEA	48000	14.78	5.300
C-7	Aula A 202	MIDEA	48000	14.78	5.300
C-8	Aula A 203	MIDEA	48000	14.78	5.300
C-9	Aula A 204	MIDEA	48000	14.78	5.300
C-10	Aula A 205	MIDEA	60000	16.1	6.152
C-11	Aula A 206	YORK	36000	17.32	6.121
<b>TOTAL</b>					33.473

Fuente: Elaboración propia

- **Tercer piso**

El tercer piso del Instituto SISE, está conformado por cargas eléctricas de equipos de aire acondicionado.

**Tabla 5**

Cuadro de cargas de iluminación piso N°3

N° CIRCUITO	DESCRIPCION DE LA CARGA	POTENCIA (KW)	CANTIDAD (Unidad)	POTENCIA TOTAL (KW)
C-12	Aula A 301 – T.C. Luces Dicroico (2X50W).	0.050	10	0.50
C-13	Aula A 302 – T.C. Luces Fluorescente (2X36W).	0.085	8	0.68
C-14	Aula A 303 – T.C. Luces Dicroicos (50W)	0.050	10	0.50
C-15	Aula A 304 – T.C. Luces Dicroicos (50W)	0.050	10	0.50
C-16	Aula A 305 – T.C. Luces Fluorescente(2X36W)	0.085	8	0.68
C-17	Aula A 306 – T.C. Luces Fluorescente(2X36W)	0.085	8	0.68
<b>TOTAL</b>				3.54

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6**

Cuadro de cargas de equipos de aire acondicionado piso N°3.

NÚMERO DE CIRCUITO ELÉCTRICO	UBICACIÓN	EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO			
		MARCA	CAPACIDAD (BTU/h)	CONSUMO DE CORRIENTE (A)	CONSUMO DE POTENCIA (KW)
C-12	Aula A 301	MIDEA	48000	14.78	5.300
C-13	Aula A 302	MIDEA	48000	14.78	5.300
C-14	Aula A 303	MIDEA	48000	14.78	5.300
C-15	Aula A 304	MIDEA	48000	14.78	5.300
C-16	Aula A 305	YORK	36000	17.32	6.121
C-17	Aula A 306	YORK	36000	17.32	6.121
<b>TOTAL</b>					33.442

Fuente: Elaboración propia

Según lo precisado, y considerando el número de cargas a controlar, se determinó, que el PLC más adecuado a los requerimientos técnicos, es el PLC Logo 230 RCE; cabe señalar que el PLC trabajará en base a los tiempos de funcionamiento que cada equipo tiene diariamente durante las 24hrs, esta información ha sido proporcionada por el área de Registros académicos del Instituto SISE.

A continuación, en las siguientes Figuras se muestran los diagramas de tiempo del accionamiento de los equipos eléctricos del Instituto SISE.

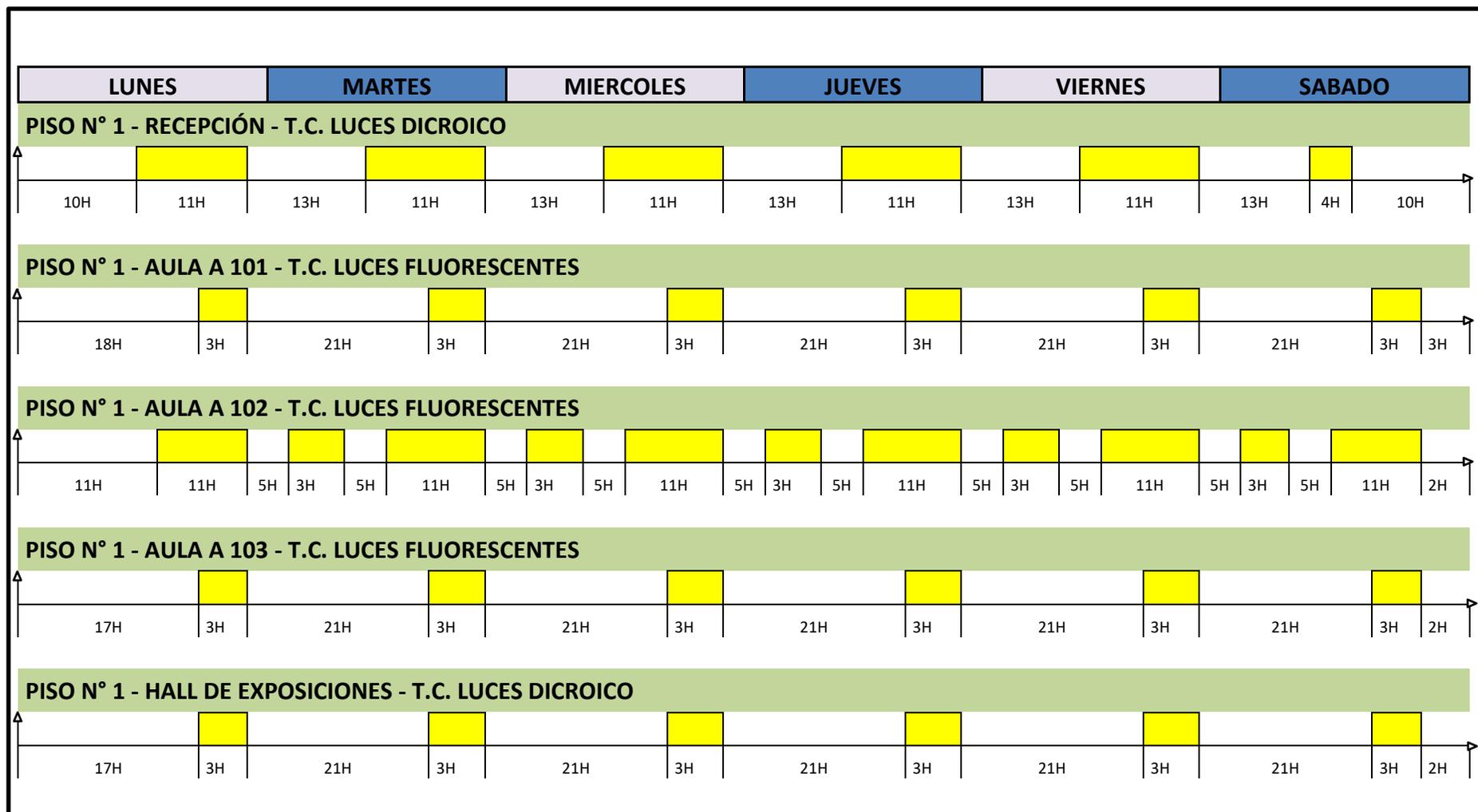


Figura 1: Diagrama de Tiempo de accionamiento de la iluminación del Piso N° 1



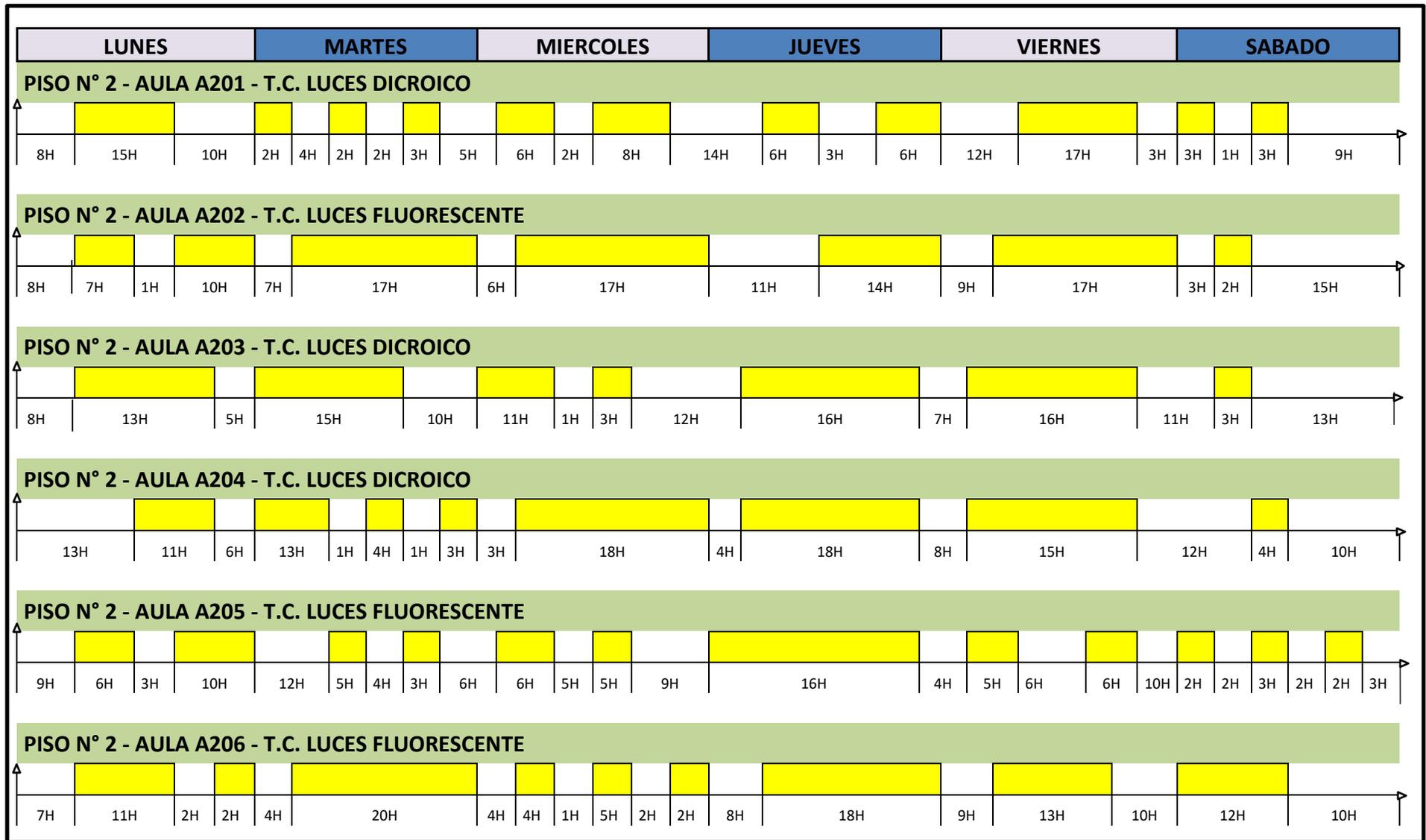


Figura 3: Diagrama de Tiempo de accionamiento de la iluminación del Piso N° 2

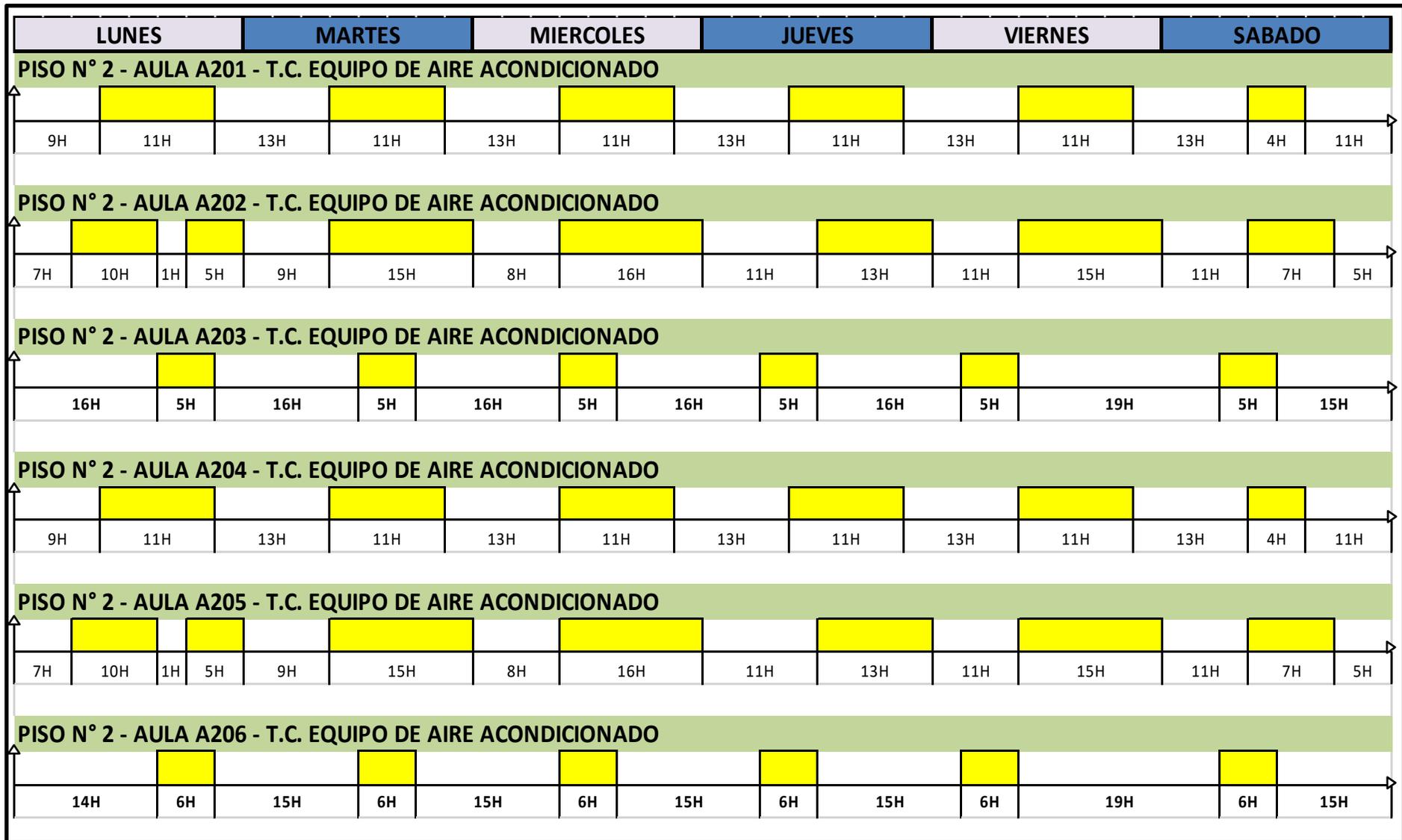


Figura 4: Diagrama de Tiempo de accionamiento de los equipos de aire acondicionado Piso N° 2

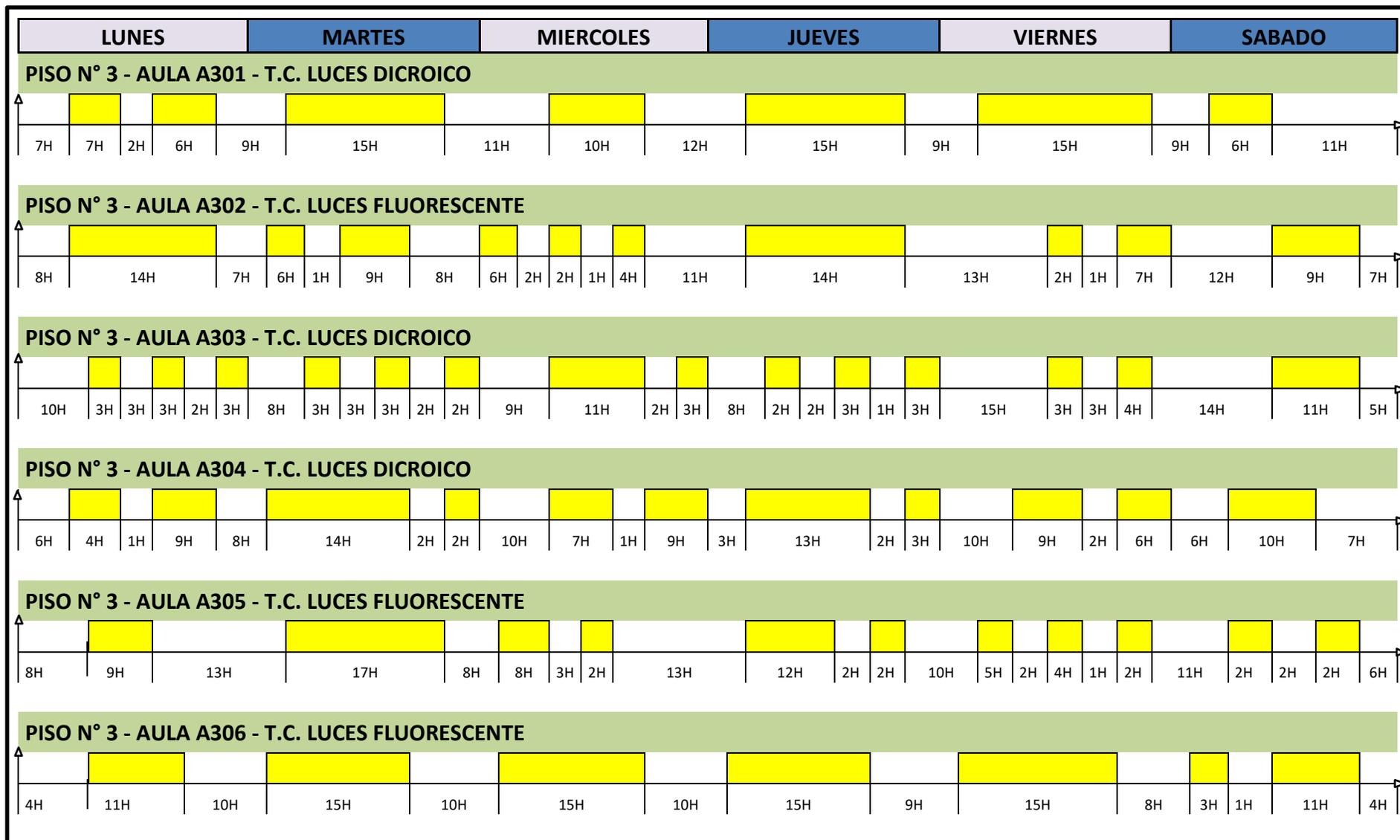


Figura 5: Diagrama de Tiempo de accionamiento de los equipos del Piso N° 3

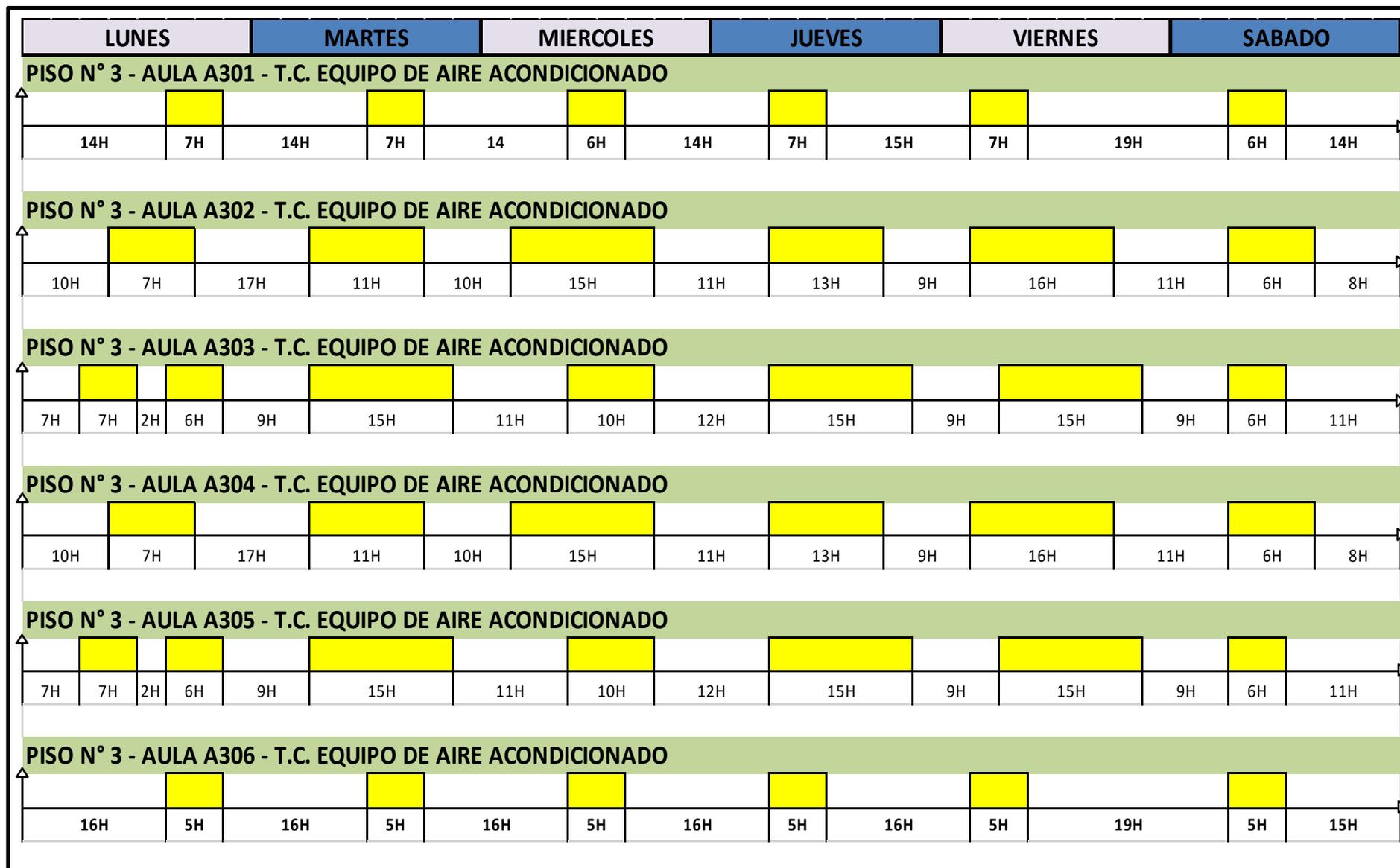


Figura 6: Diagrama de Tiempo de accionamiento de los equipos de aire acondicionado del Piso N° 3

### 3.2 Desarrollo del diseño

Una vez desarrollado los diagramas de tiempo de los tres pisos del Instituto SISE, se procede a desarrollar la programación del Controlador Lógico Programable Siemens Logo 230RCE.

A continuación, se detalla el procedimiento seguido para la programación correspondiente al primer piso, cabe señalar que los demás pisos seguirán la misma secuencia de programación:

- La secuencia lógica utilizada en la programación para el Recepción –TC. Luces Dicroico, muestra en el primer segmento al interruptor de arranque, representado por la entrada discreta I1, que establecerá el inicio de la secuencia de accionamiento secuencial automatizado. Este interruptor I1 está conectado hacia el temporizador con retardo a la conexión T001, quien determinará el primer intervalo de tiempo en el que no está habilitado el encendido de las luces de dicroico de esta área.
- En el segundo segmento se utiliza un contacto normalmente abierto del Temporizador T001, quien al cumplir el tiempo preestablecido de 10 Horas automáticamente habilitará el encendido de las luces, esto por 11 horas, cuyo elemento encargado de determinar dicho tiempo es el temporizador T002.
- En el tercer segmento se utiliza un contacto normalmente abierto del Temporizador T002, quien al cumplir el tiempo preestablecido de 11 Horas automáticamente deshabilitará el encendido de las luces, esto por 13 horas, cuyo elemento encargado de determinar dicho tiempo es el temporizador T003.

- En el cuarto segmento se utiliza un contacto normalmente abierto del Temporizador T003, quien al cumplir el tiempo preestablecido de 13 Horas automáticamente habilitará el encendido de las luces, esto por 11 horas, cuyo elemento encargado de determinar dicho tiempo es el temporizador T004.
- En el quinto segmento se utiliza un contacto normalmente abierto del Temporizador T004, quien al cumplir el tiempo preestablecido de 11 Horas automáticamente deshabilitará el encendido de las luces, esto por 13 horas, cuyo elemento encargado de determinar dicho tiempo es el temporizador T005.
- En el sexto segmento se utiliza un contacto normalmente abierto del Temporizador T005, quien al cumplir el tiempo preestablecido de 13 Horas automáticamente habilitará el encendido de las luces, esto por 11 horas, cuyo elemento encargado de determinar dicho tiempo es el temporizador T006.
- En el séptimo segmento se utiliza un contacto normalmente abierto del Temporizador T006, quien al cumplir el tiempo preestablecido de 11 Horas automáticamente deshabilitará el encendido de las luces, esto por 13 horas, cuyo elemento encargado de determinar dicho tiempo es el temporizador T007.
- En el octavo segmento se utiliza un contacto normalmente abierto del Temporizador T007, quien al cumplir el tiempo preestablecido de 13 Horas automáticamente habilitará el encendido de las luces, esto por 11 horas, cuyo elemento encargado de determinar dicho tiempo es el temporizador T008.
- En el noveno segmento se utiliza un contacto normalmente abierto del Temporizador T009, quien al cumplir el tiempo preestablecido de 11 Horas automáticamente deshabilitará el encendido de las luces, esto por 13 horas,

cuyo elemento encargado de determinar dicho tiempo es el temporizador T010.

- En el décimo segmento se utiliza un contacto normalmente abierto del Temporizador T010, quien al cumplir el tiempo preestablecido de 13 Horas automáticamente habilitará el encendido de las luces, esto por 11 horas, cuyo elemento encargado de determinar dicho tiempo es el temporizador T011.
- En el décimo primer segmento se utiliza un contacto normalmente abierto del Temporizador T011, quien al cumplir el tiempo preestablecido de 11 Horas automáticamente deshabilitará el encendido de las luces, esto por 13 horas, cuyo elemento encargado de determinar dicho tiempo es el temporizador T012.
- En el décimo segundo segmento se utiliza un contacto normalmente abierto del Temporizador T012, quien al cumplir el tiempo preestablecido de 13 Horas automáticamente habilitará el encendido de las luces, esto por 4 horas, cuyo elemento encargado de determinar dicho tiempo es el temporizador T013.
- En el décimo tercer segmento se utiliza un contacto normalmente abierto del Temporizador T013, quien al cumplir el tiempo preestablecido de 4 Horas automáticamente deshabilitará por 10 horas, el posible encendido de la carga Q1.

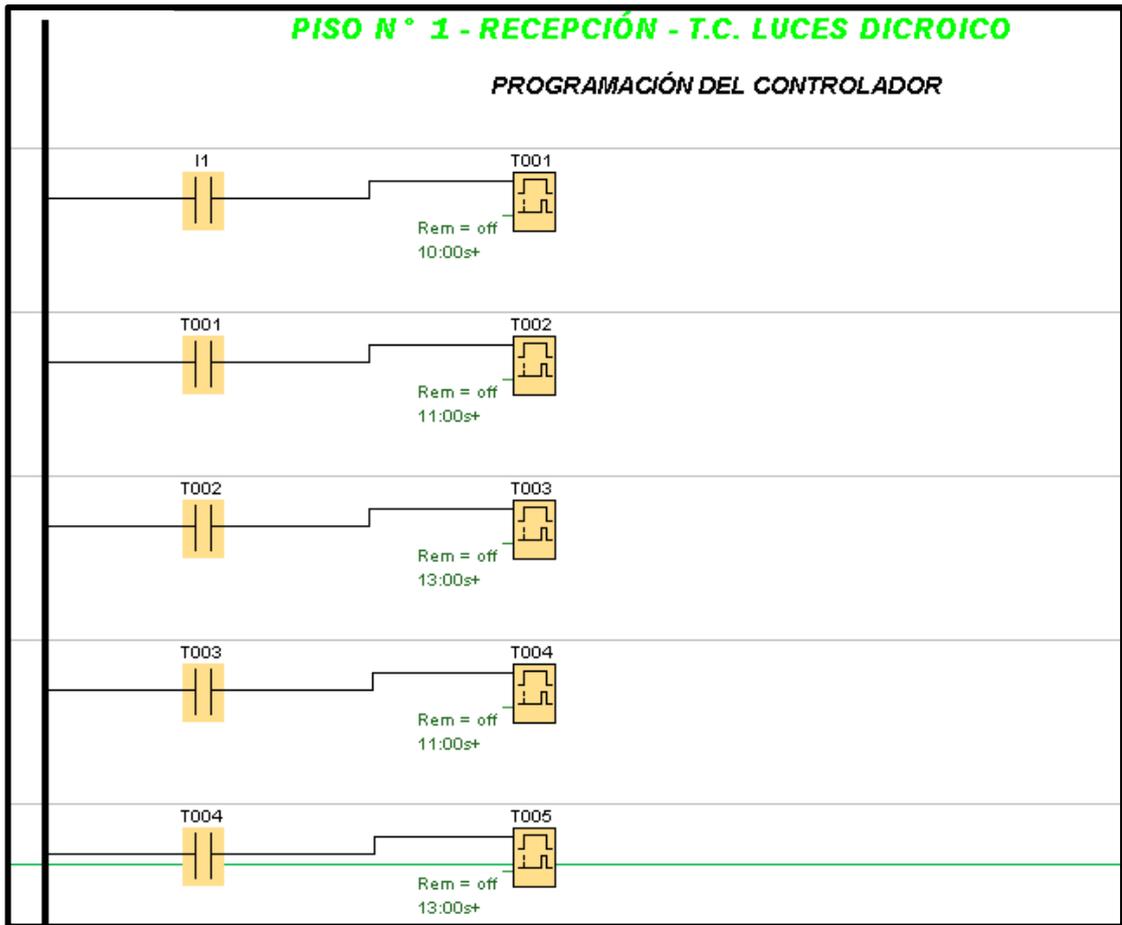
La bobina Q1 del controlador lógico programable, representa el actuador que habilitará y deshabilitará la línea de alimentación de las luces dicroico del área de recepción, ubicado en el Piso N° 1.

Para dicha habilitación y deshabilitación secuencial temporizada, se utilizó en la programación seis segmentos adicionales, a los descritos en los párrafos anteriores.

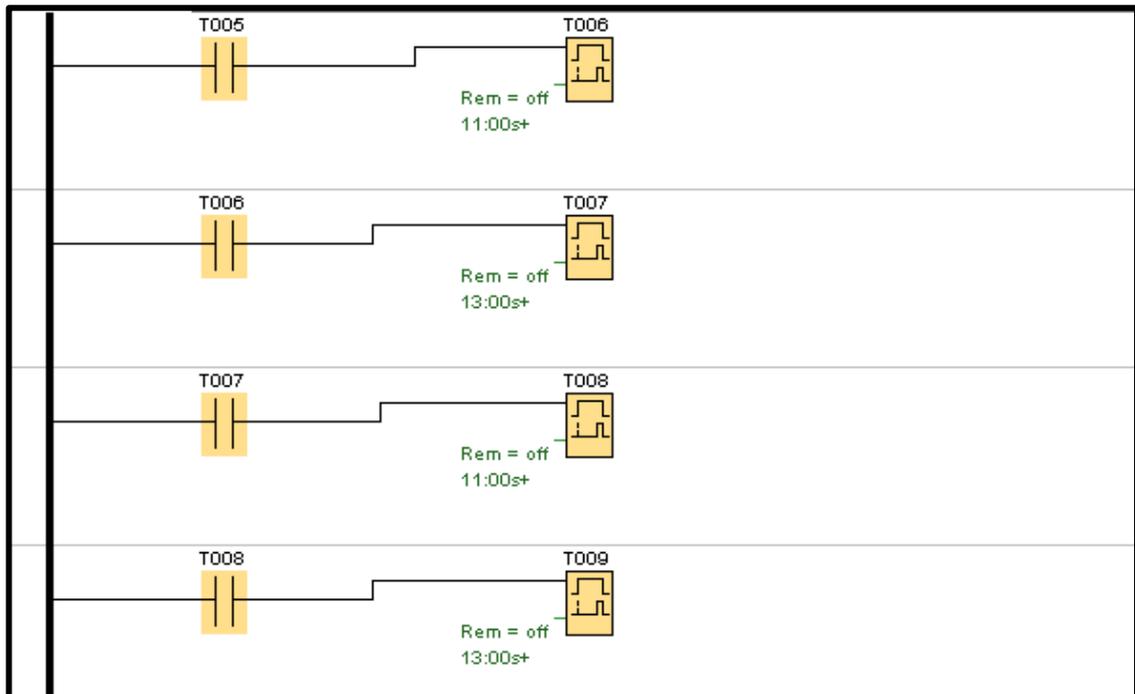
Inicio esta programación, haciendo uso del contacto normalmente abierto del temporizador con retardo a la conexión T001, conectado en serie con el contacto normalmente cerrado del temporizador con retardo a la conexión T002, con el propósito de que, al arrancar el proceso, la Bobina Q1 quede deshabilitada un tiempo establecido por el temporizador T001, para luego automáticamente quedar habilitado un tiempo establecido por el temporizador T002.

Como el tiempo de habilitación y deshabilitación de la bobina Q1, se realiza de forma alternada (entiéndase por el hecho de pasar de un nivel alto a nivel bajo y viceversa), es que se dispone en paralelo, las conexiones en serie de los contactos normalmente abierto de los temporizadores que mantendrán un tiempo deshabilitado a la bobina Q1 (T003, T005, T007, T009, T011) con el contacto normalmente cerrado del temporizador que mantendrá un tiempo habilitado a la bobina Q1 (T004, T006, T008, T012, T013); garantizando de esta forma cumplir con el diagrama de tiempo secuencial, definido de forma procesa para una semana de operación de las cargas.

A continuación, en la siguiente Figura se muestra el desarrollo de la programación del accionamiento de la iluminación del Piso N° 1.



**Figura 7:** Programación – Piso 1 – Recepción – Parte 1



**Figura 8:** Programación – Piso 1 – Recepción – Parte 2

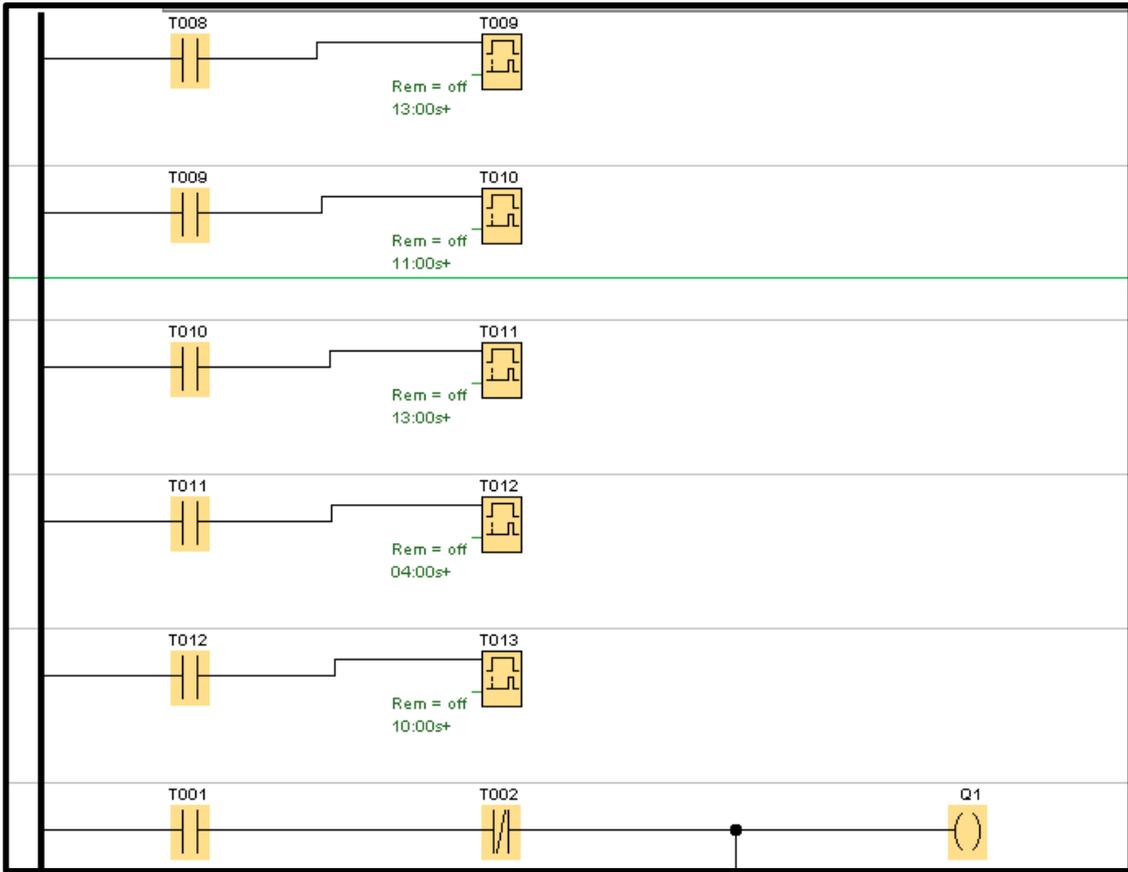


Figura 9: Programación – Piso 1 – Recepción – Parte 3

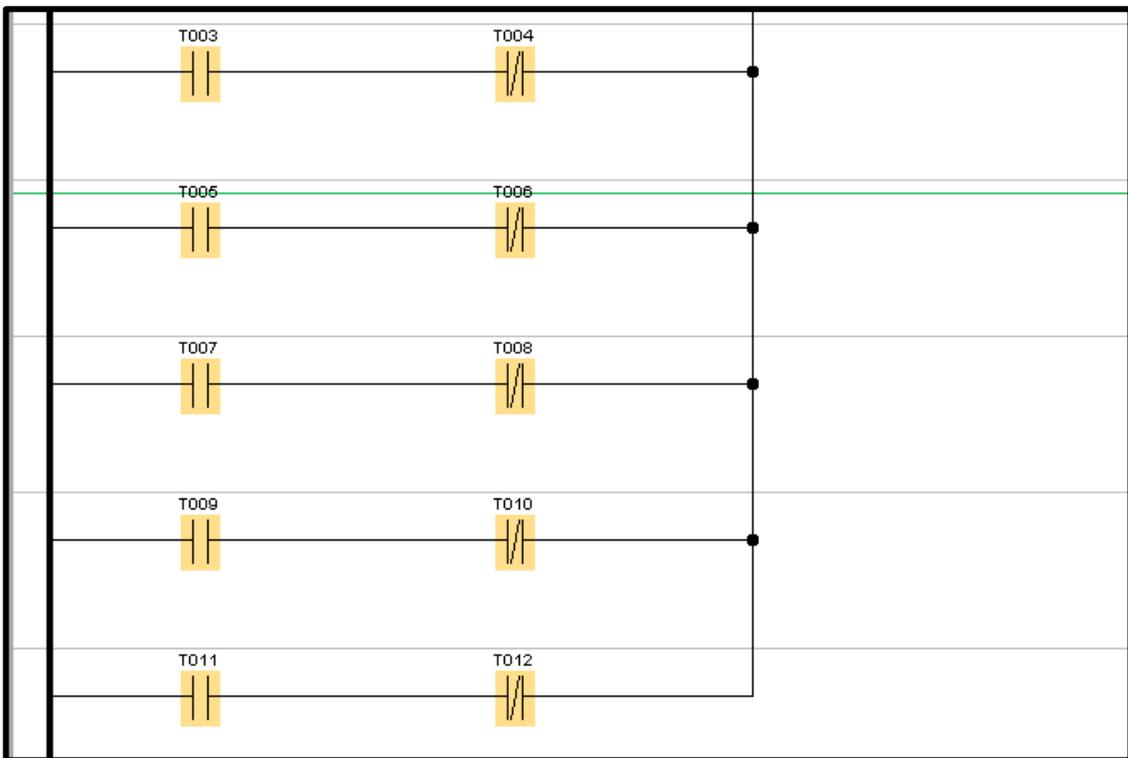
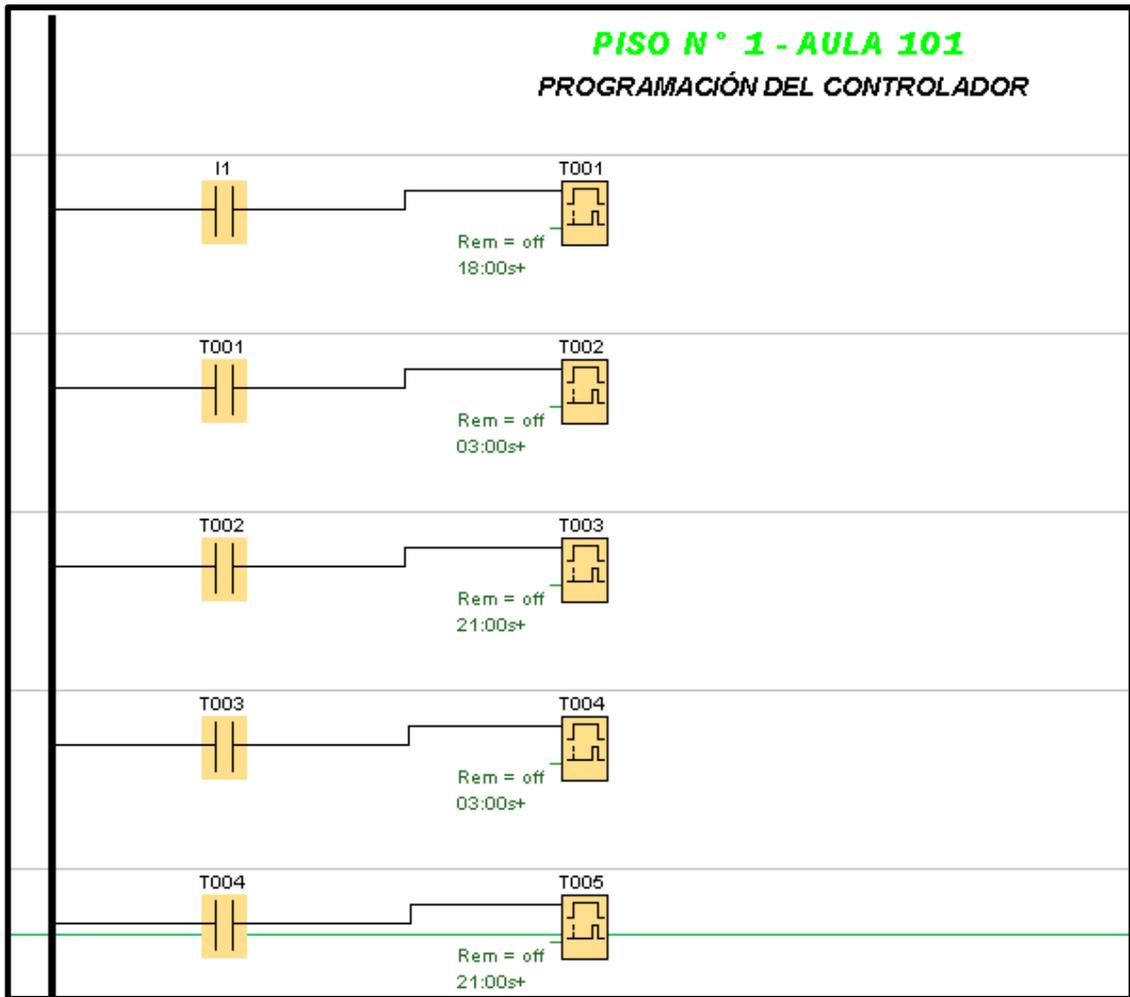
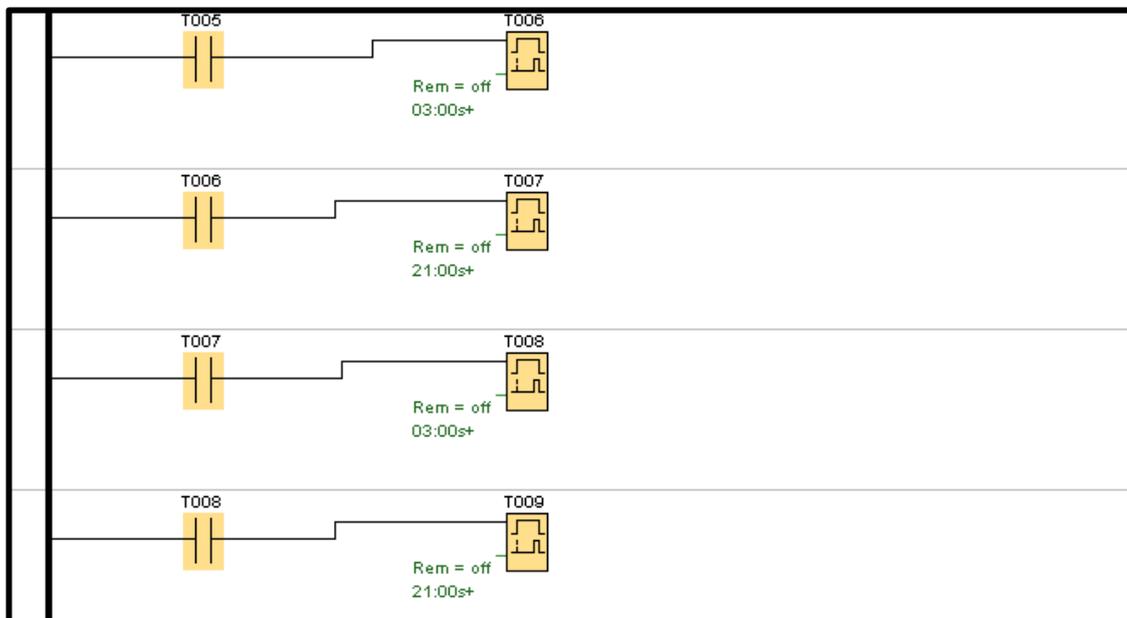


Figura 10: Programación – Piso 1 – Recepción – Parte 4



**Figura 11:** Programación – Piso 1 – Aula 101 – Parte 1



**Figura 12:** Programación – Piso 1 – Aula 101 – Parte 2

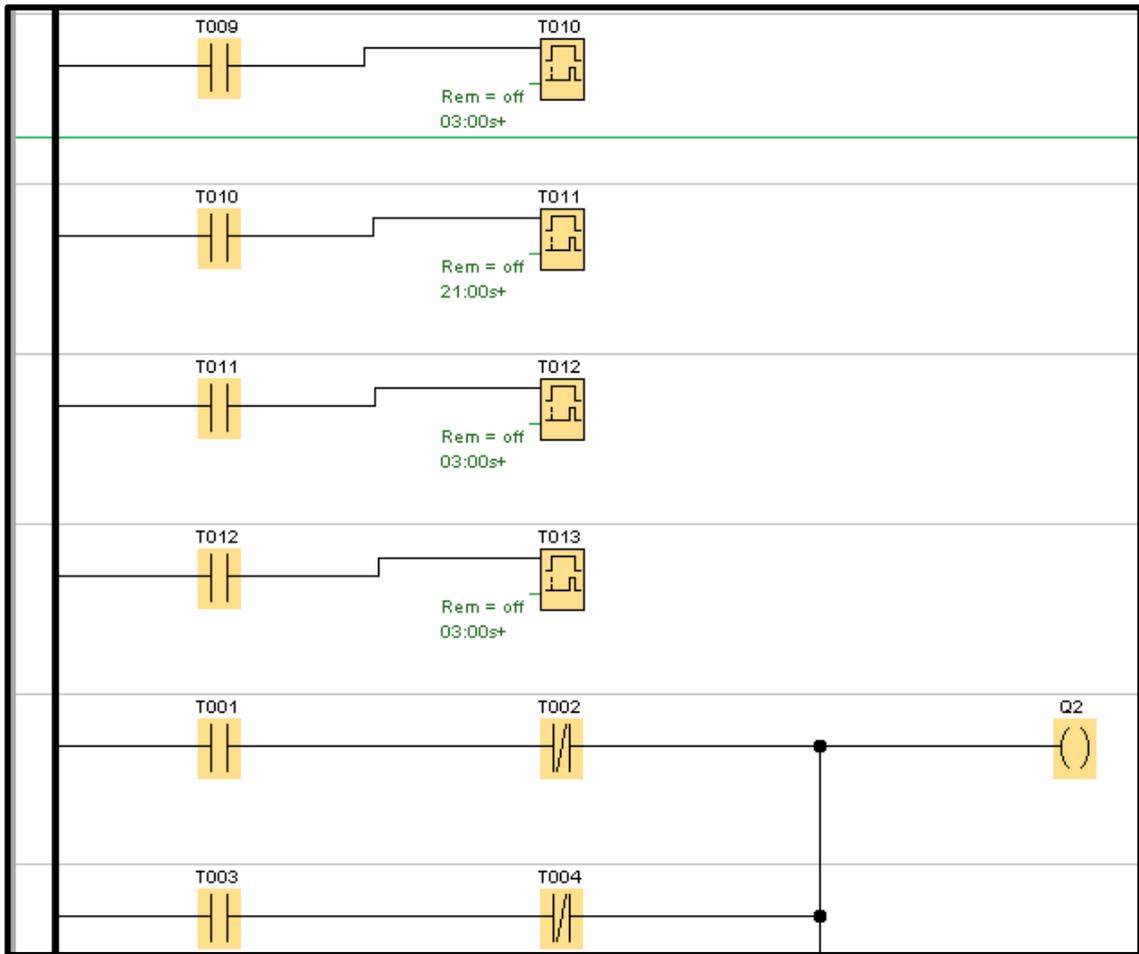


Figura 13: Programación – Piso 1 – Aula 101 – Parte 3

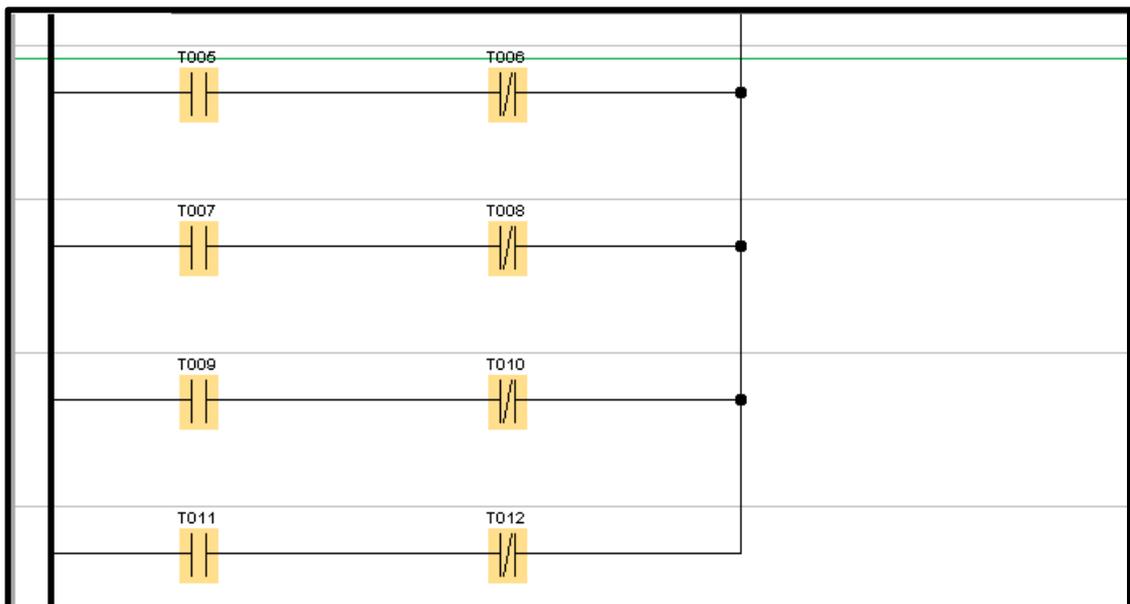
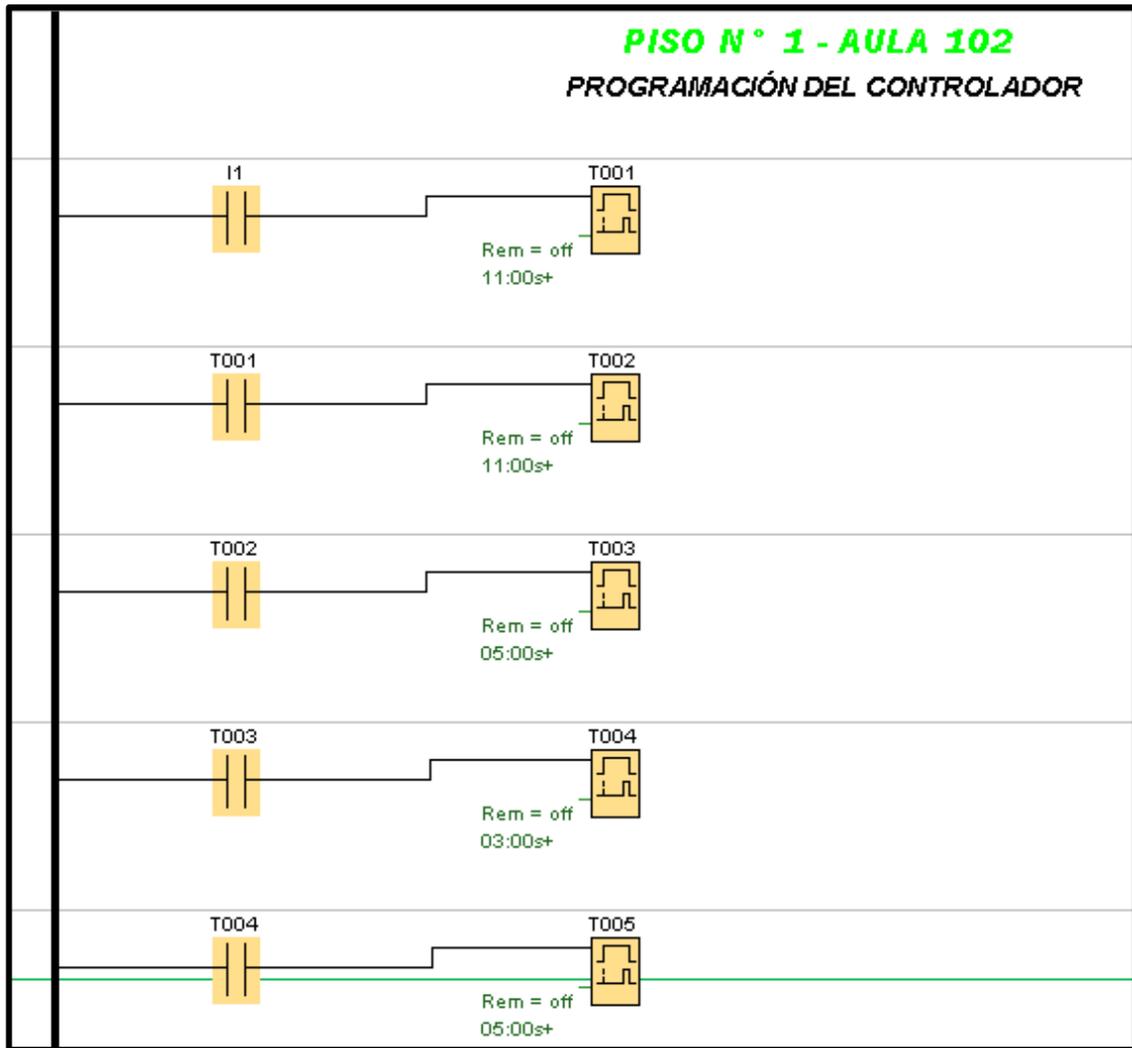
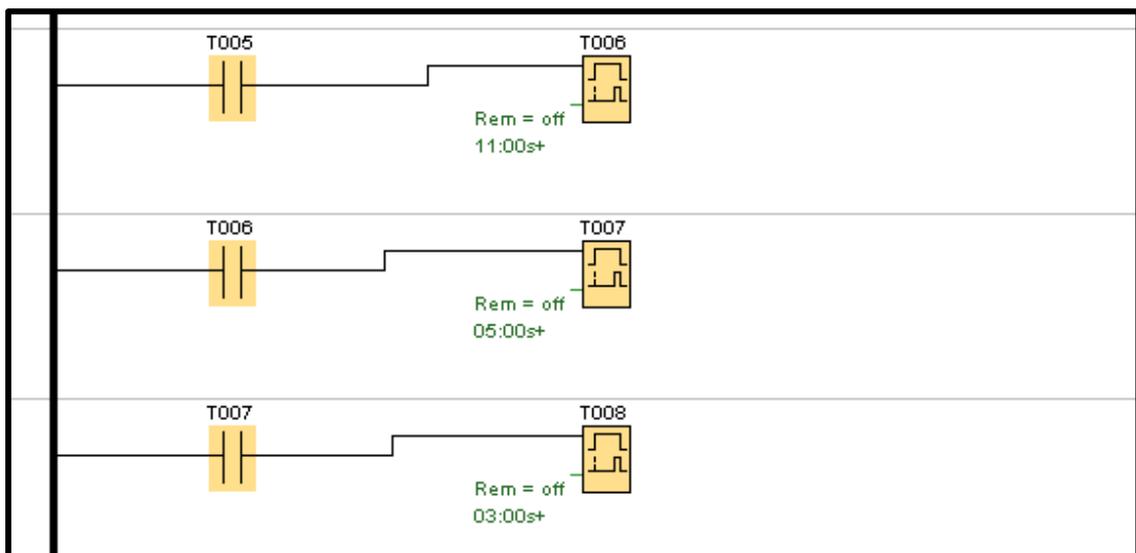


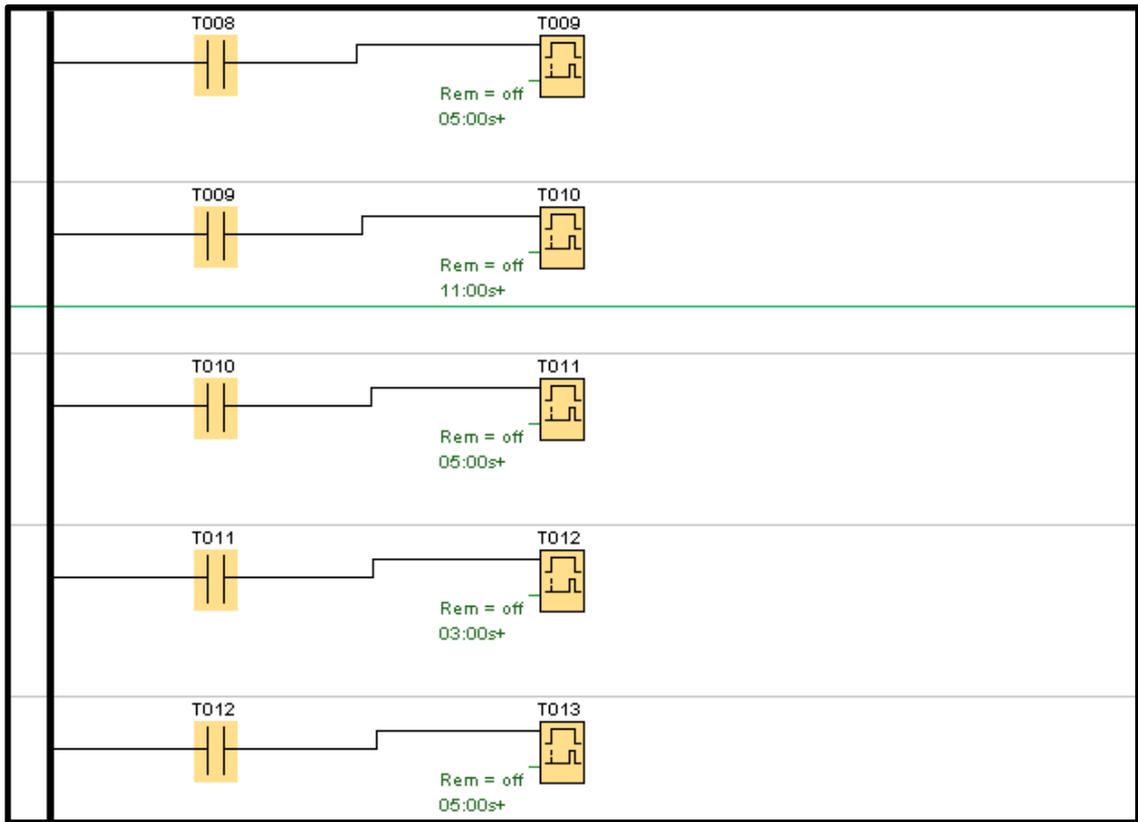
Figura 14: Programación – Piso 1 – Aula 101 – Parte 4



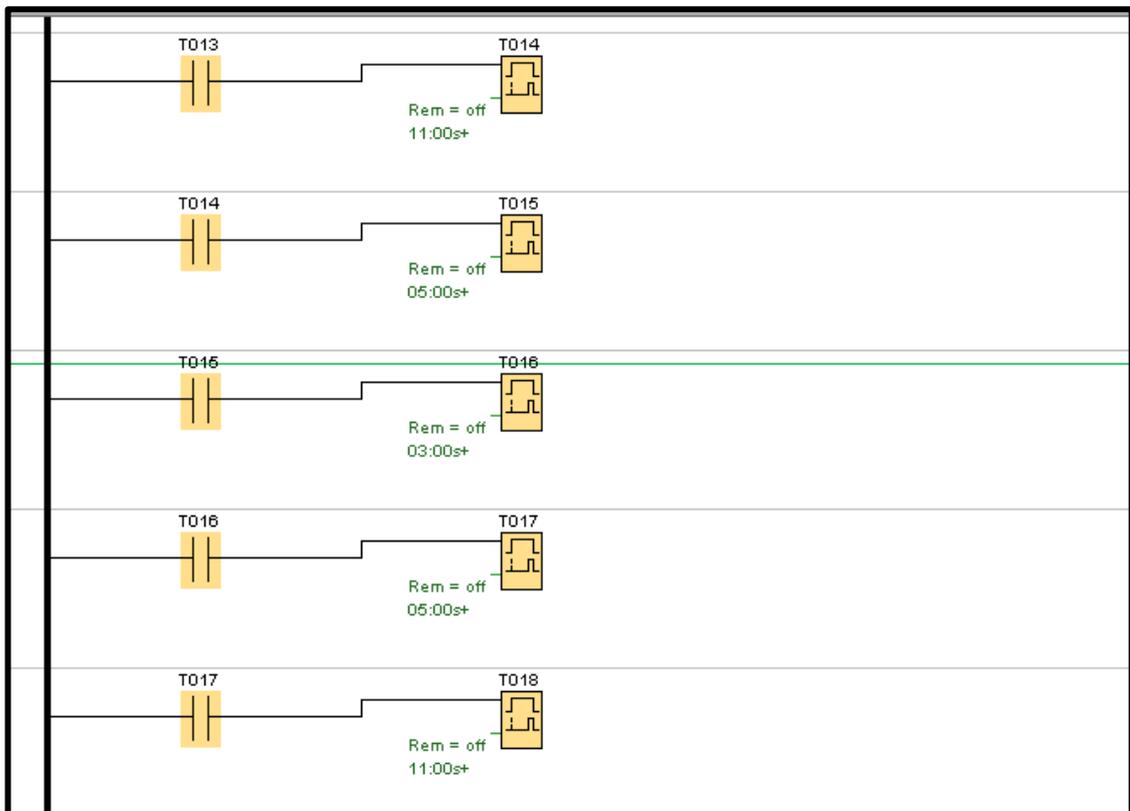
**Figura 15:** Programación – Piso 1 – Aula 102 – Parte 1



**Figura 16:** Programación – Piso 1 – Aula 102 – Parte 2



**Figura 17:** Programación – Piso 1 – Aula 102 – Parte 3



**Figura 18:** Programación – Piso 1 – Aula 102 – Parte 4

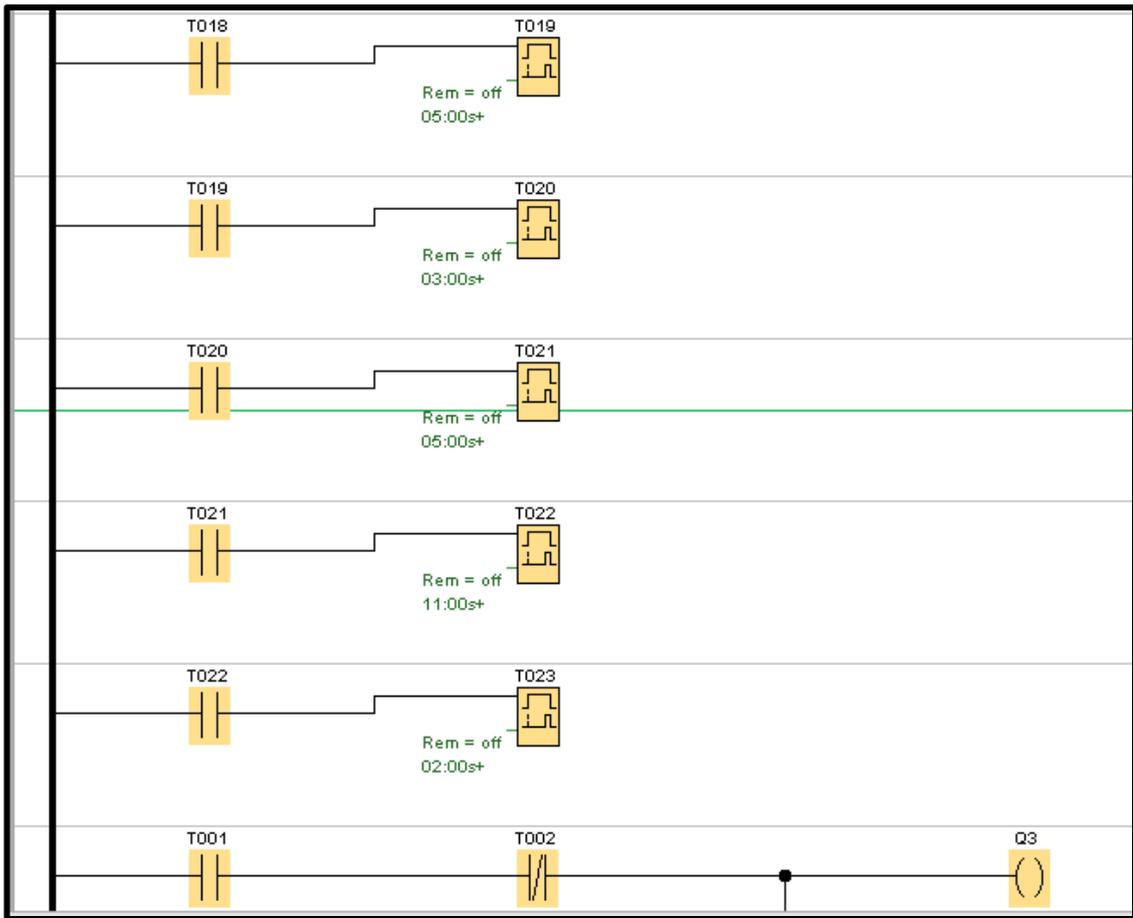


Figura 19: Programación – Piso 1 – Aula 102 – Parte 5

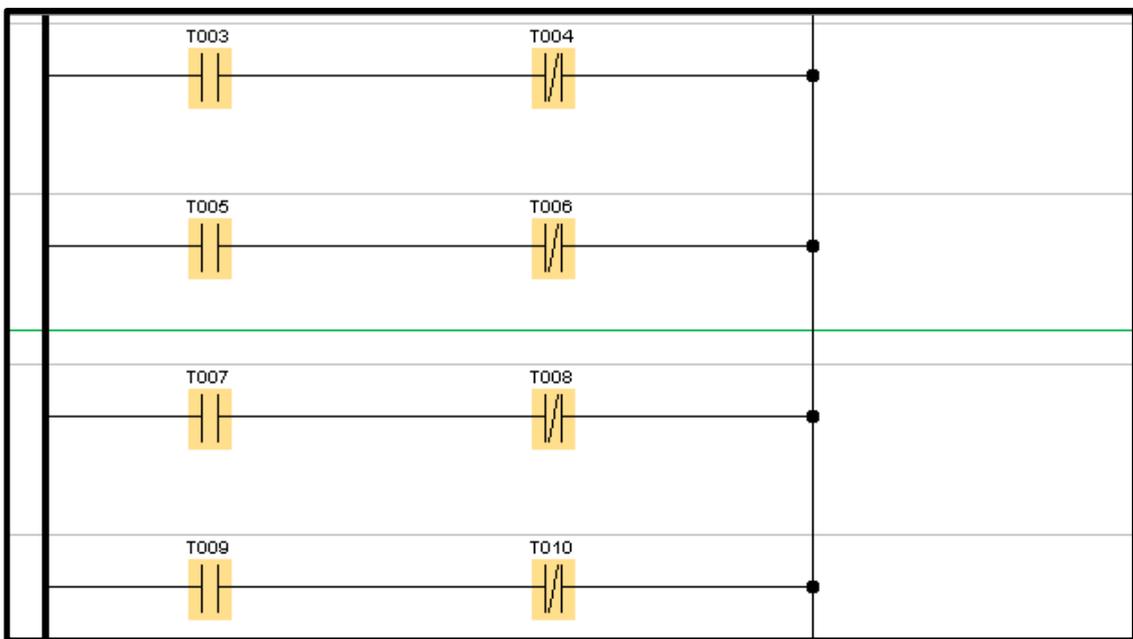


Figura 20: Programación – Piso 1 – Aula 102 – Parte 6

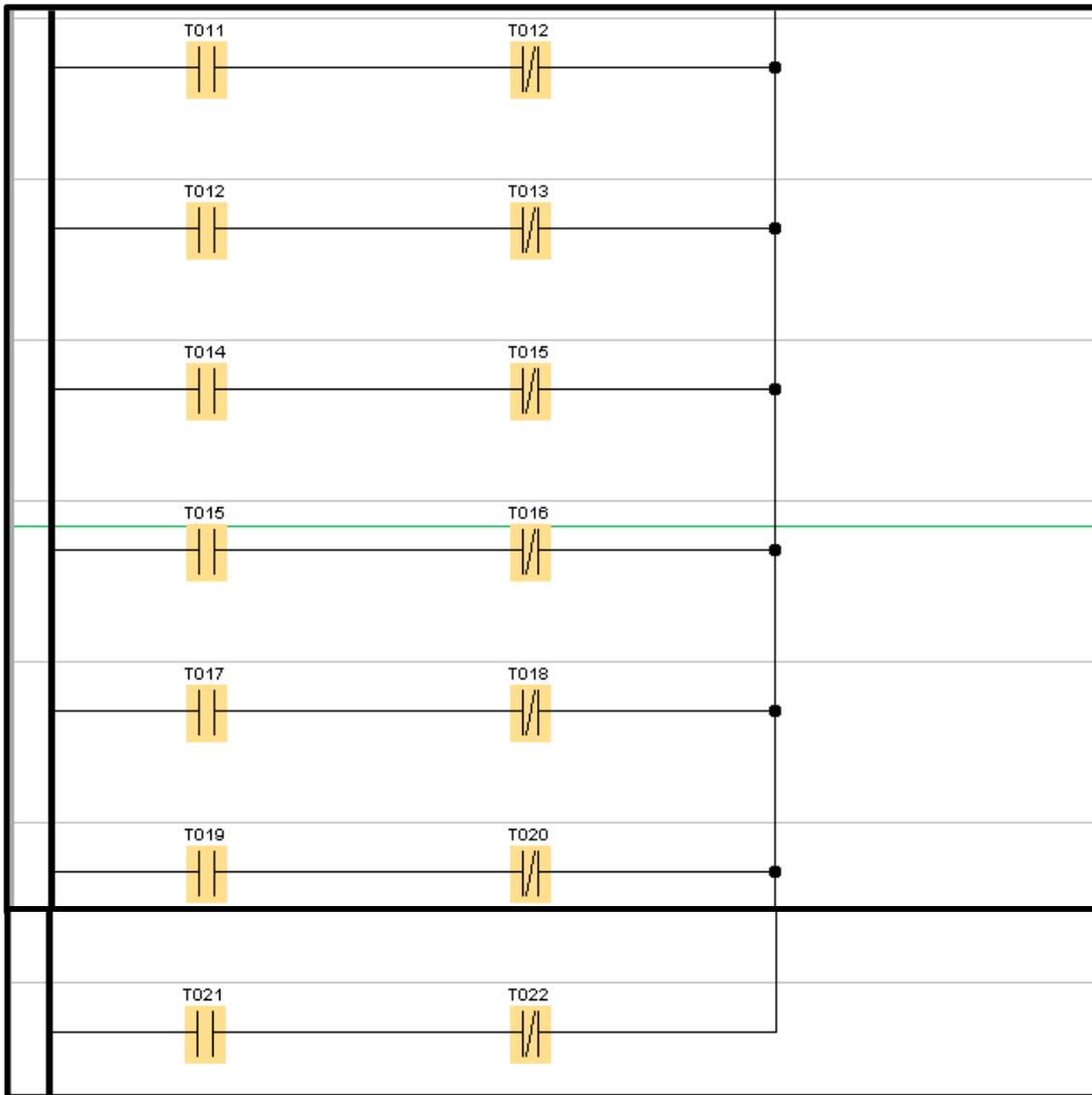


Figura 21: Programación – Piso 1 – Aula 102 – Parte 7

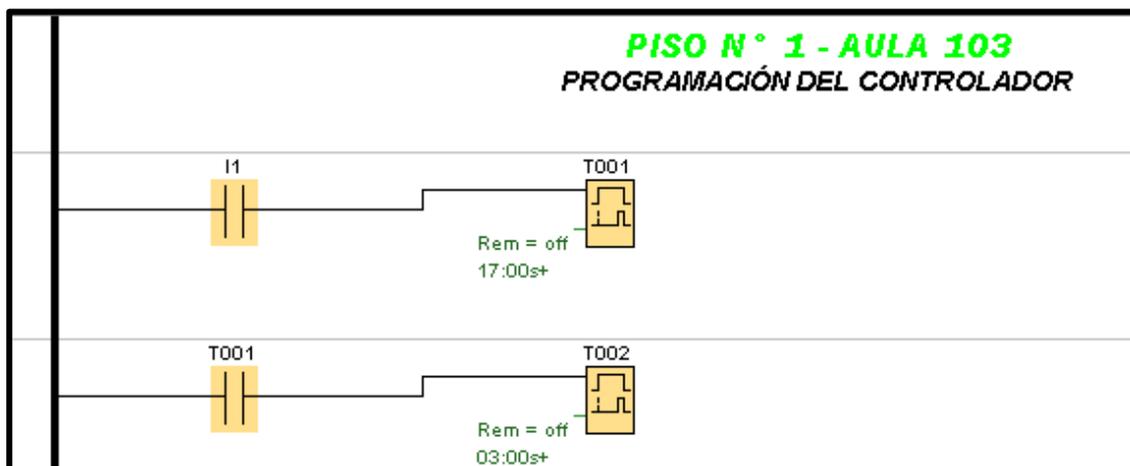
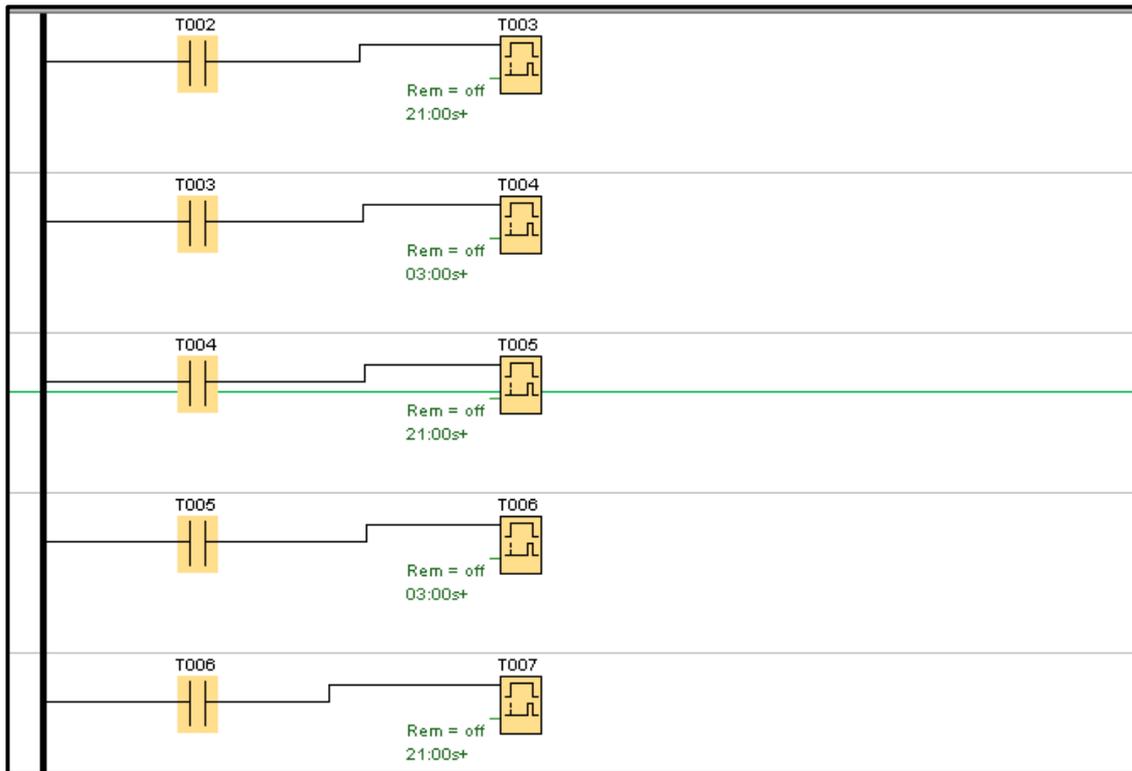
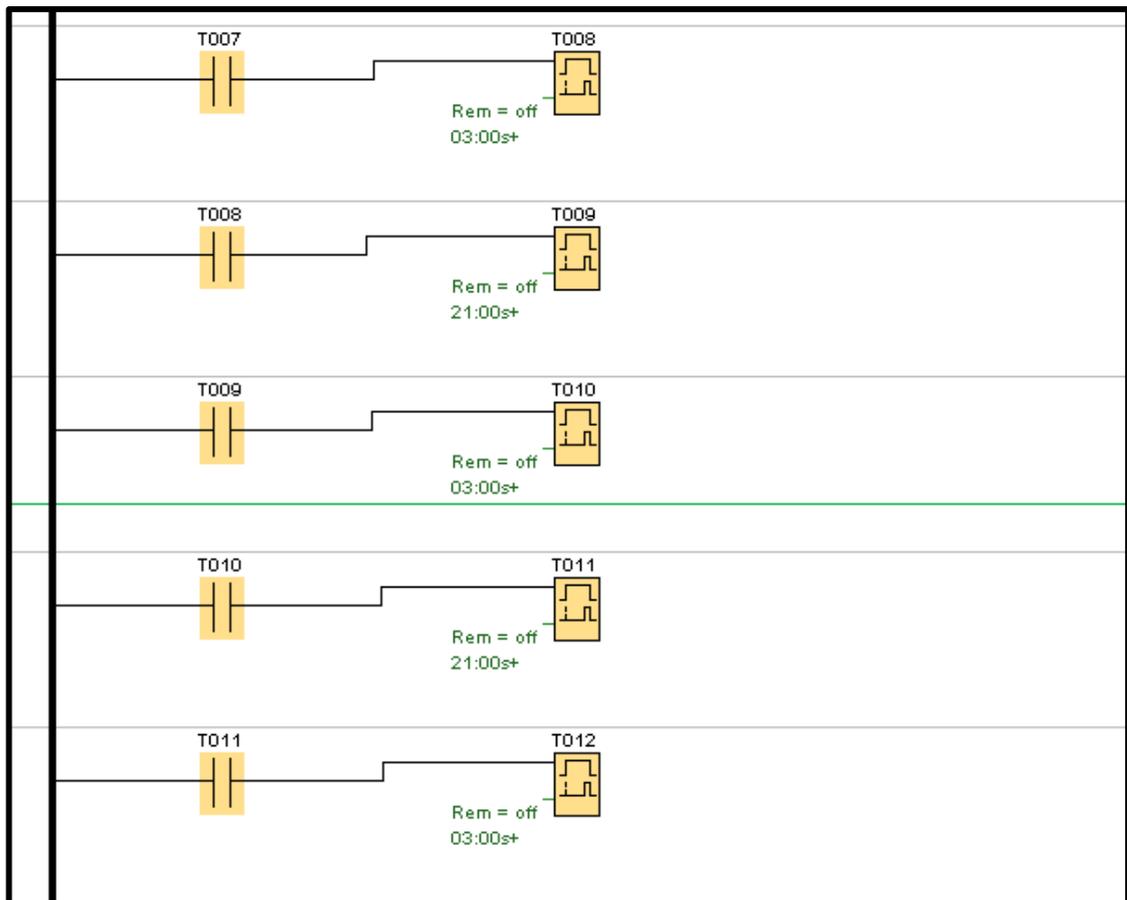


Figura 22: Programación – Piso 1 – Aula 103 – Parte 1



**Figura 23:** Programación – Piso 1 – Aula 103 – Parte 2



**Figura 24:** Programación – Piso 1 – Aula 103 – Parte 3

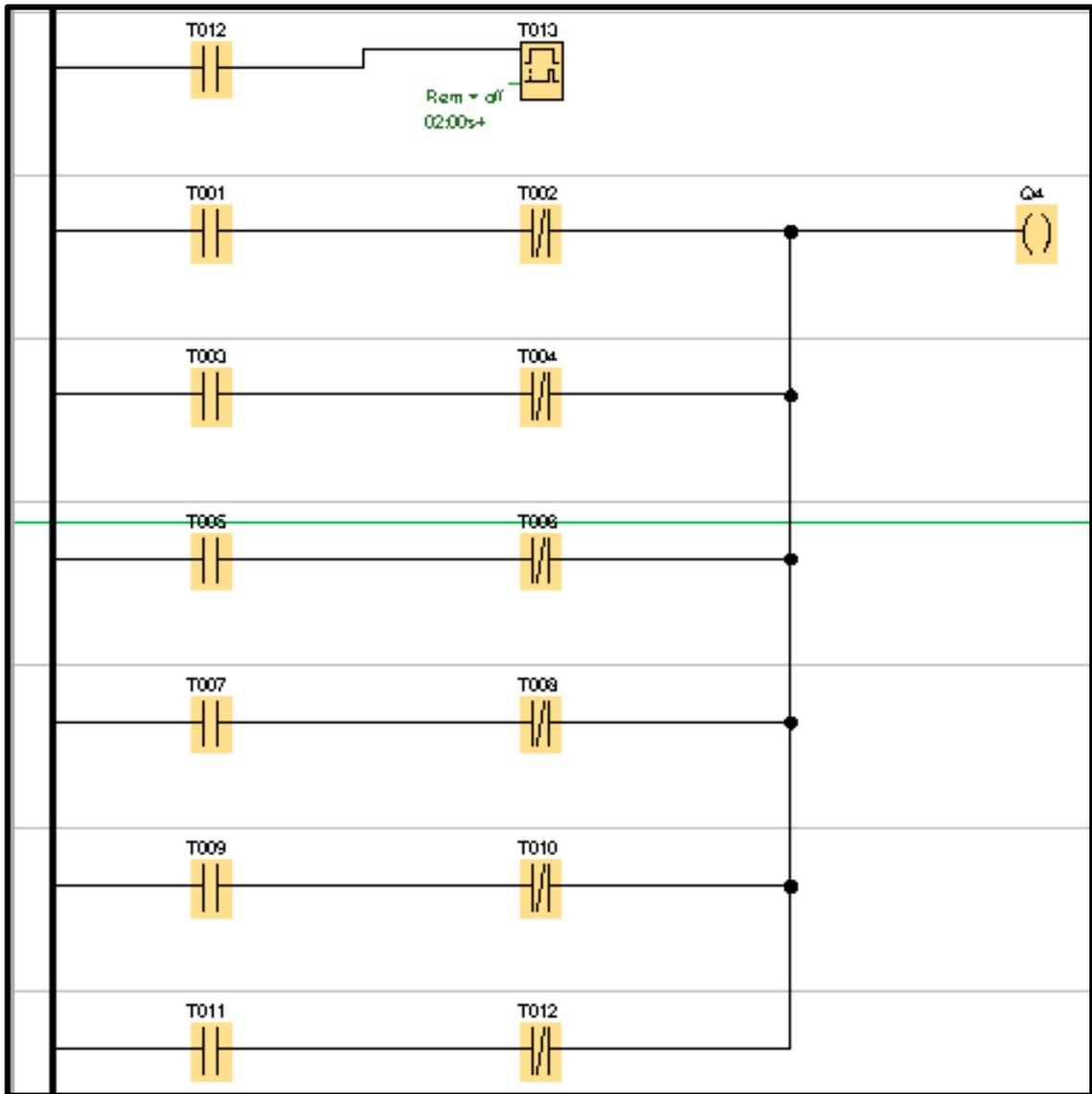


Figura 25: Programación – Piso 1 – Aula 103 – Parte 4

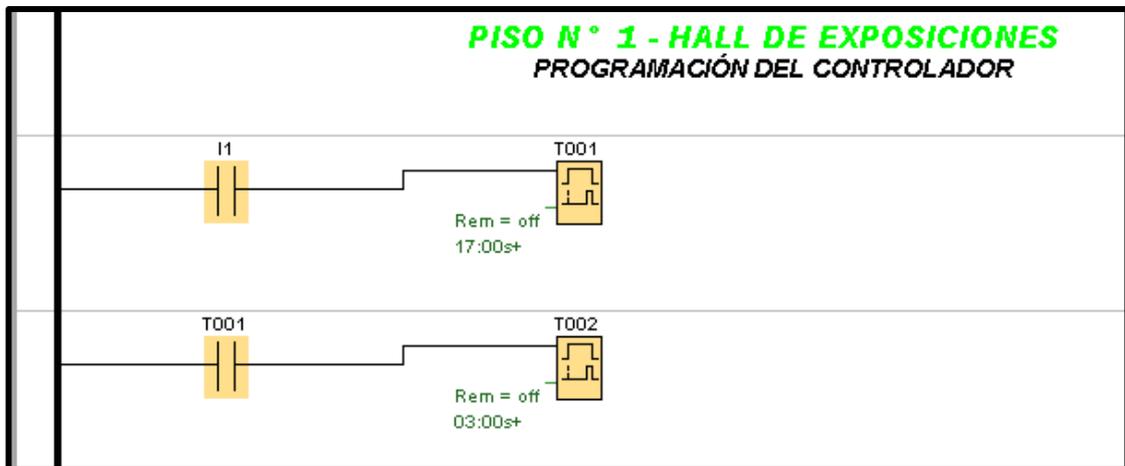
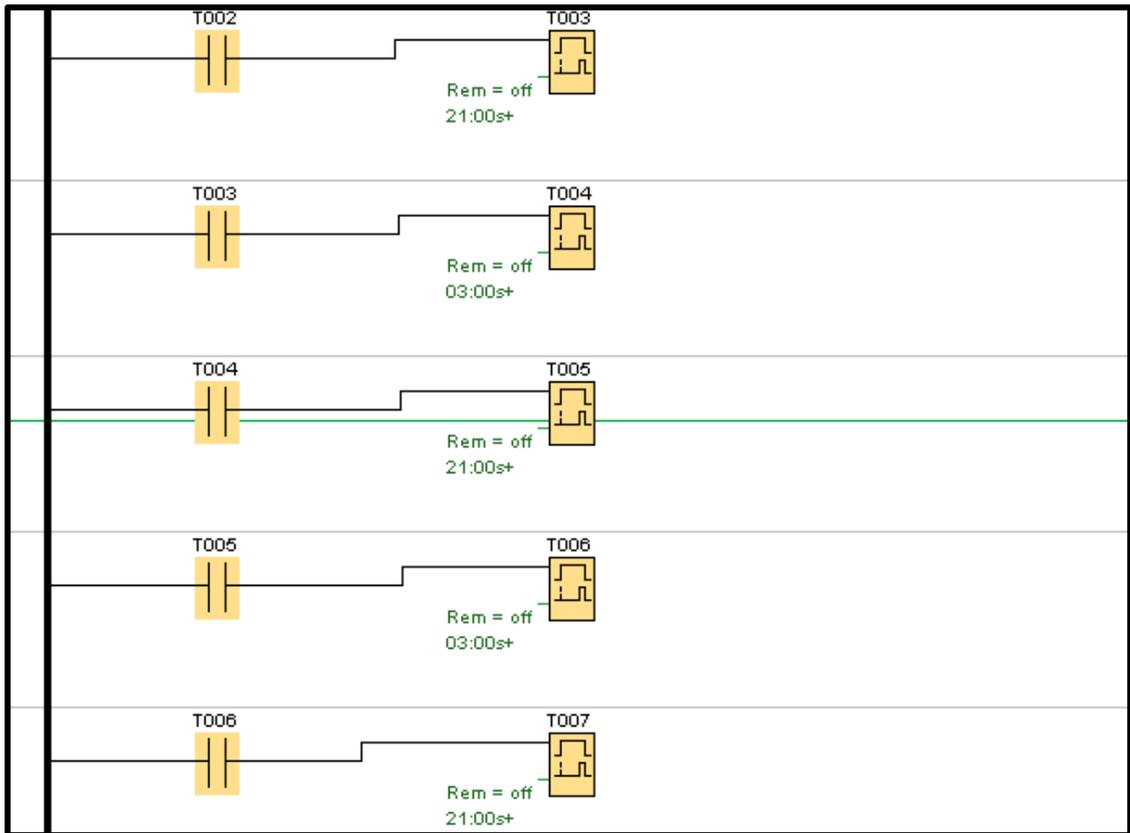
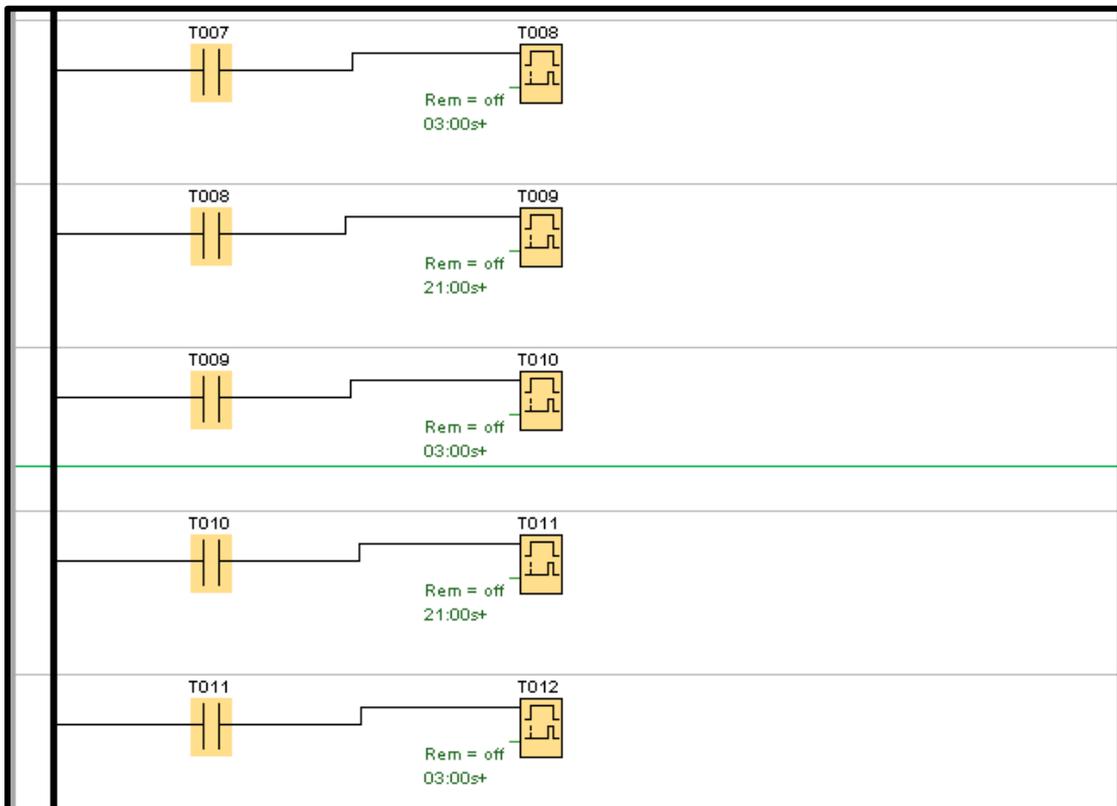


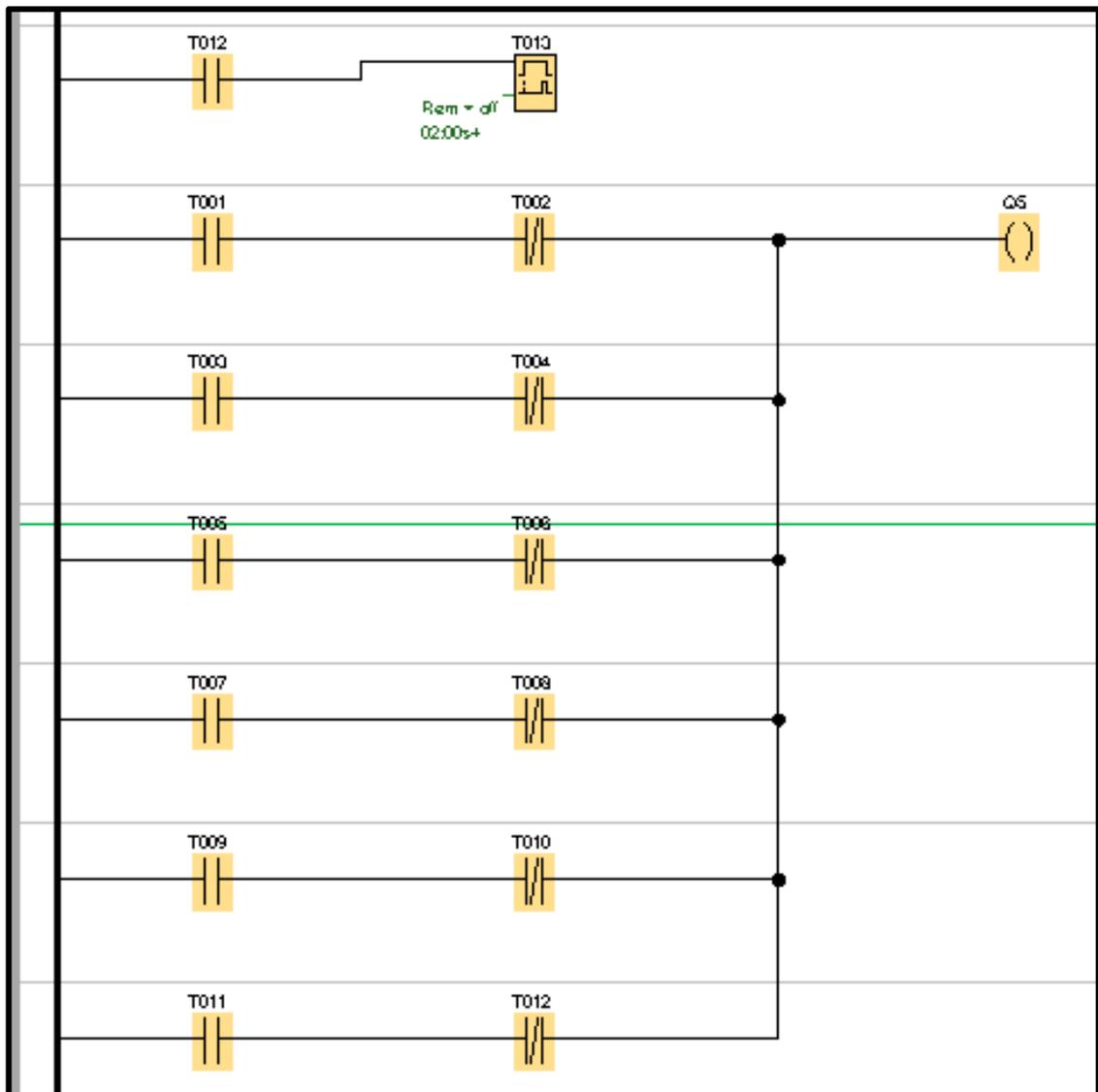
Figura 26: Programación – Piso 1 – Hall de Exposiciones – Parte 1



**Figura 27:** Programación – Piso 1 – Hall de Exposiciones – Parte 2



**Figura 28:** Programación – Piso 1 – Hall de Exposiciones – Parte 3



**Figura 29:** Programación – Piso 1 – Hall de Exposiciones – Parte 4

**CAPÍTULO IV**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### 4.1 Diseño metodológico

El diseño de Investigación que se ha determinado para la presente tesis es *Experimental de tipo Experimental Puro*, ya que, según Bisquerra, R. (2004) en su libro *Metodología de la Investigación Educativa* afirma que: Es la manipulación intencional de una acción (variable independiente) para analizar sus posibles efectos (variables dependientes).

La investigación experimental consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular. Se trata de un experimento porque precisamente el investigador provoca una situación para introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esa variable, y su efecto en las conductas observadas.

El investigador maneja deliberadamente la variable experimental y luego observa lo que sucede en situaciones controladas., y será de tipo *Experimental Puro*, ya que logrará el control y validez interna utilizando grupos de comparación y equivalencia de grupos; el diseño experimental puro mantiene un control adecuado de todas las variables que pueden intervenir en validación.

Este diseño incluye dos grupos, uno recibe el tratamiento experimental y el otro no (grupo de control). Es decir, la manipulación de la variable independiente alcanza sólo dos niveles: presencia y ausencia. Los sujetos son asignados a los grupos de manera aleatoria. Después de que concluye el periodo experimental,

a ambos grupos se les administra una medición sobre la variable dependiente en estudio. En este diseño, la única diferencia entre los grupos debe ser la presencia-ausencia de la variable independiente

## **4.2 Diseño muestral**

### **Población**

Según Tamayo. T. (2012) en su libro *Metodología formal de la investigación científica* señala que: la población es la totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina la población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a una investigación.

Es decir, la población es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado, donde se desarrollará la investigación. En la presente investigación la población la constituyen los 17 equipos y/o componentes que conforman el sistema eléctrico del Instituto SISE.

### **Muestra de estudio**

Habitualmente, el investigador no trabaja con todos los elementos de la población que estudia sino sólo con una parte o fracción de ella; a veces, porque es muy grande y no es fácil abarcarla en su totalidad. Por ello, se elige una muestra representativa y los datos obtenidos en ella se utilizan para realizar pronósticos en poblaciones futuras de las mismas características.

En la presente investigación la muestra será igual a los 17 equipos y/o componentes que conforman el sistema eléctrico del Instituto SISE, la muestra será igual a la población ya que según Hernández, R. (2003), en su libro *Metodología de la Investigación* expresa que: Si la población es menor a cincuenta (50), la población es igual a la muestra.

#### **4.3 Técnicas y recolección de datos**

Según Hernández, R. (2003), en su libro *Metodología de la Investigación* expresa que: La recolección de datos se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser la entrevistas, la encuesta, el cuestionario, la observación, el diagrama de flujo y el diccionario de datos. En la presente investigación se utilizará la técnica de observación, el instrumento de recolección de datos que se empleará será los reportes técnicos de medición.

La observación científica tiene la capacidad de describir y explicar el comportamiento, al haber obtenido datos adecuados y fiables correspondientes a conductas, eventos y /o situaciones perfectamente identificadas e insertas en un contexto teórico.

#### **4.4 Técnicas estadísticas para el procesamiento de información**

Consiste en procesar los datos (dispersos, desordenados, individuales) obtenidos de la población objeto de estudio durante el trabajo de campo, y tiene como fin generar resultado (datos agrupados y ordenados).

En el procesamiento de datos debe mencionarse las herramientas estadísticas a utilizarse. Como lo menciona Hernández, R. (2003), en su libro *Metodología de la Investigación*, debe decidir qué tipo de análisis de los datos se llevará a cabo: cuantitativo, cualitativo o mixto. El procesamiento de información se realizará por medio del SOFTWARE SPSS.

#### **4.5 Aspectos éticos**

Esta investigación estará cumpliendo con lo establecido en la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos (NTCSE) aprobada por Decreto Supremo N° 020-97, asimismo con la Norma del uso eficiente de energía N° 27345 establecida por el Ministerio de Energía y Minas.

**CAPÍTULO V**  
**RESULTADOS**

## 5.1 Resultados

Haciendo uso del instrumento de recolección de datos (Anexo 1), a continuación, se muestra los valores obtenidos para los indicadores de las variables.

En la siguiente Tabla se muestra la recolección de datos cuando el sistema era controlado manualmente.

**Tabla 7**  
Datos recolectados de la muestra – Sistema manual

	Tiempo_operacion_iluminación	Tiempo_de_operacion_aireacondicionado	Consumo_de_energia_por_dia
1	329	323	11127,045
2	320	316	10875,408
3	311	308	10642,145
4	311	309	10666,692
5	327	326	11133,044
6	323	322	13169,629
7	329	323	11127,045
8	320	316	10875,408
9	311	308	10642,145
10	311	309	10666,692
11	327	326	11133,044
12	323	322	13169,629
13	329	323	11127,045
14	320	316	10875,408
15	311	308	10642,145
16	311	309	10666,692
17	327	326	11133,044

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Tabla se muestra la recolección de datos del sistema automático.

**Tabla 8**

Datos recolectados de la muestra – Sistema automático

	Tiempo_de_operacion_de_iluminacion	Tiempo_de_operacion_de_aire_acondicionado	Consumo_de_energia_por_dia
1	185	146	5264,496
2	207	158	5744,030
3	196	155	5622,364
4	210	158	5753,126
5	195	168	6035,570
6	115	97	3403,446
7	185	146	5264,496
8	207	158	5744,030
9	196	155	5622,364
10	210	158	5753,126
11	195	168	6035,570
12	115	97	3403,446
13	185	146	5264,496
14	207	158	5744,030
15	196	155	5622,364
16	210	158	5753,126
17	195	168	6035,570

Fuente: Elaboración propia

Continuando con la investigación, se procedió a analizar los valores mostrados en las tablas anteriores, con el software estadístico SPSS versión 22, en la siguiente Tabla se muestra el resultado del procesamiento de casos del sistema manual.

**Tabla 9**

Resumen de procesamiento de casos – Tiempo de Operación de la iluminación - Manual

	Casos					
	Incluido		Excluido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Consumo_de_energia* Tiempo_operacion_iluminación	17	100,0%	0	,0%	17	100,0%

Fuente: Elaboración propia

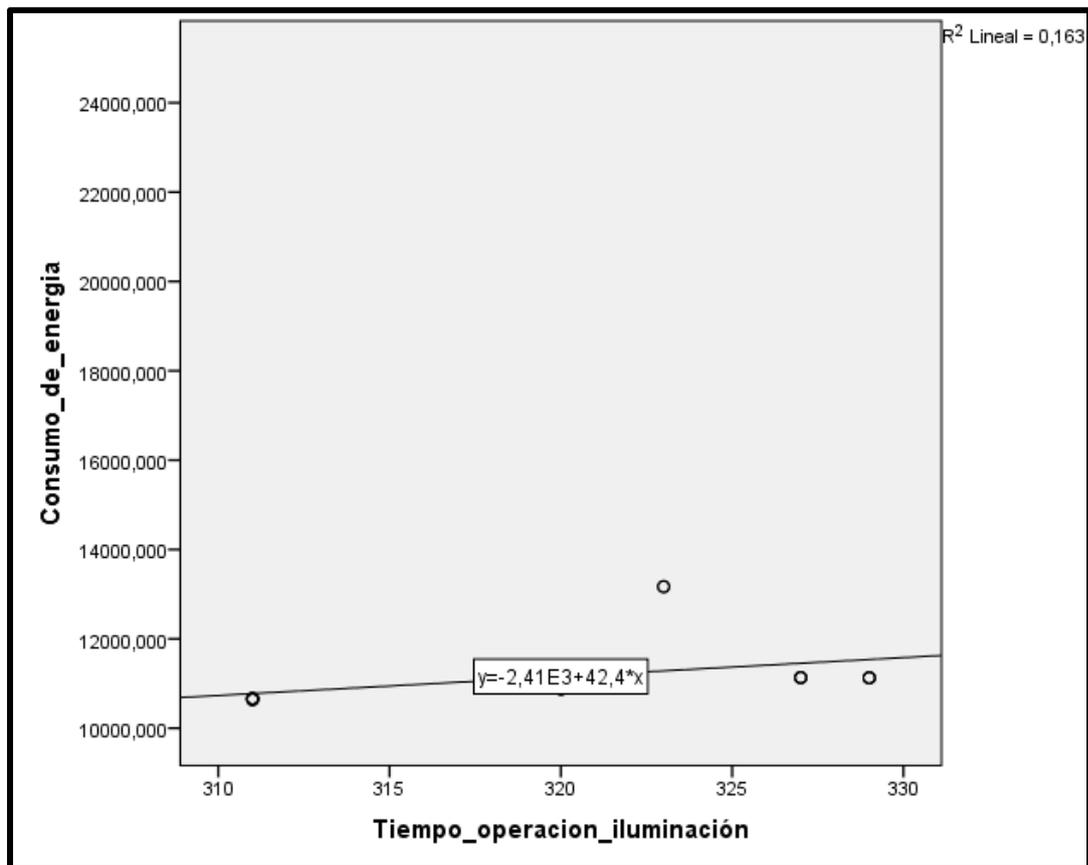
A continuación, en la siguiente tabla se muestra la media del consumo de energía del sistema manual.

**Tabla 10**

Media consumo de energía por día – Control de operación manual

Tiempo_operacion_iluminación	Media	N	Desviación estándar
311	10654,41850	6	13,444946
320	10875,40800	3	,000000
323	13169,62900	2	,000000
327	11133,04400	3	,000000
329	11127,04500	3	,000000
Total	11157,19176	17	785,019065

Fuente: Elaboración propia



**Figura 30:** Regresión Lineal – Tiempo de operación de iluminación y el Consumo de energía por día  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura anterior se muestra el gráfico de la regresión lineal entre el consumo de energía por día y el tiempo de operatividad de la iluminación.

**Tabla 11**

Resumen de procesamiento de casos – Tiempo de Operación de los equipos de aire acondicionado - manual

	Casos					
	Incluido		Excluido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Consumo_de_energia * Tiempo_de_operacion_aire_acondicionado	17	100,0%	0	,0%	17	100,0%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la siguiente tabla se muestra la media del consumo de energía del sistema manual.

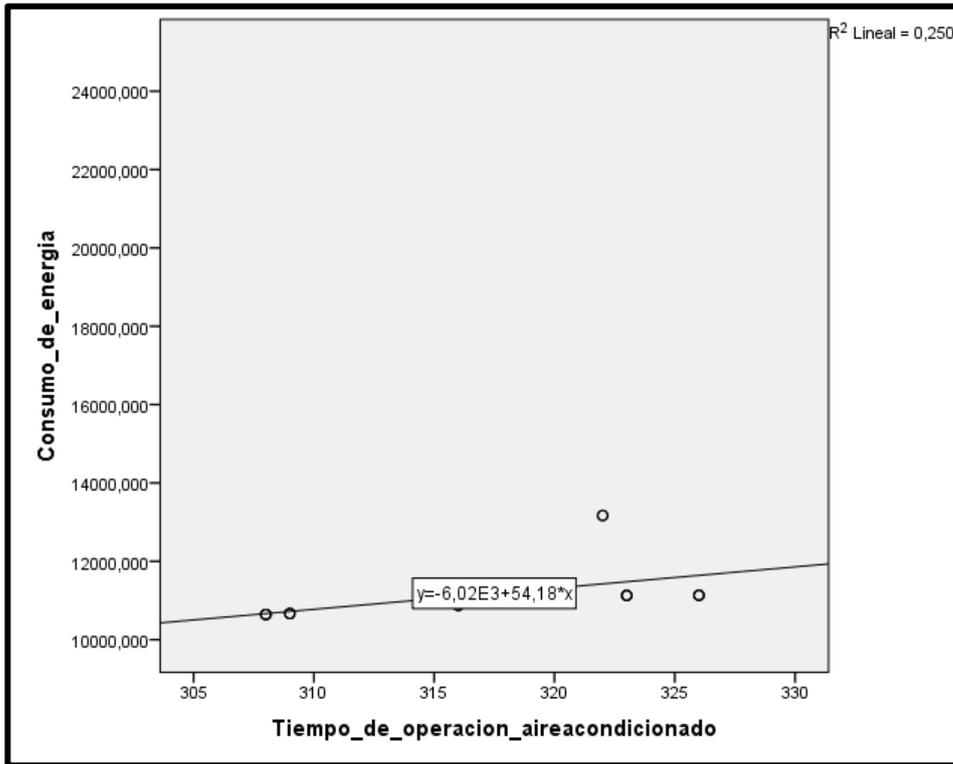
**Tabla 12**

Media consumo de energía por día – Control de operación manual

Tiempo_de_operacion_aire_acondicionado	Media	N	Desviación estándar
308	10642,14500	3	,000000
309	10666,69200	3	,000000
316	10875,40800	3	,000000
322	13169,62900	2	,000000
323	11127,04500	3	,000000
326	11133,04400	3	,000000
Total	11157,19176	17	785,019065

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Figura se muestra el grafico de la regresión lineal entre el consumo de energía por día y el tiempo de operatividad de los equipos de aire acondicionado.



**Figura 31:** Regresión Lineal – Tiempo de operación de los equipos de aire acondicionado y el Consumo de energía por día  
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Tabla se muestra el resultado del procesamiento de casos cuando del sistema automático.

**Tabla 13**  
Resumen de procesamiento de casos – Tiempo de Operación de la iluminación - Automático

	Casos					
	Incluido		Excluido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Consumo_de_energia *	17	100,0%	0	,0%	17	100,0%
Tiempo_de_operacion_de_iluminacion						

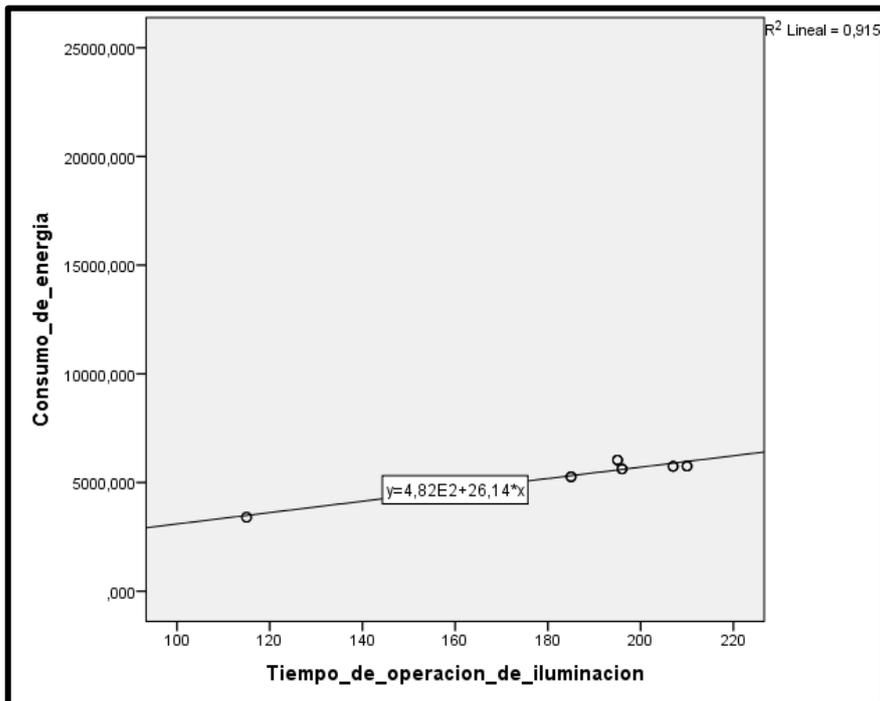
Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la siguiente tabla se muestra la media del consumo de energía del sistema automático.

**Tabla 14**  
Media consumo de energía por día – Control de operación automático

Tiempo_de_operacion_de_iluminacion	Media	N	Desviación estándar
115	3403,44600	2	,000000
185	5264,49600	3	,000000
195	6035,57000	3	,000000
196	5622,36400	3	,000000
207	5744,03000	3	,000000
210	5753,12600	3	,000000
Total	5415,62647	17	795,013260

Fuente: Elaboración propia



**Figura 32:** Regresión Lineal – Tiempo de operación de la iluminación y el Consumo de energía por día – Sistema automático  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura anterior se muestra el gráfico de la regresión lineal entre el consumo de energía por día y el tiempo de operatividad de la iluminación.

**Tabla 15**

Resumen de procesamiento de casos – Tiempo de Operación de los equipos de aire acondicionado - automático

	Casos					
	Incluido		Excluido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Consumo_de_energia * Tiempo_de_operacion_de_aire_acondicionado	17	81,0%	4	19,0%	21	100,0%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la siguiente tabla se muestra la media del consumo de energía del sistema automático.

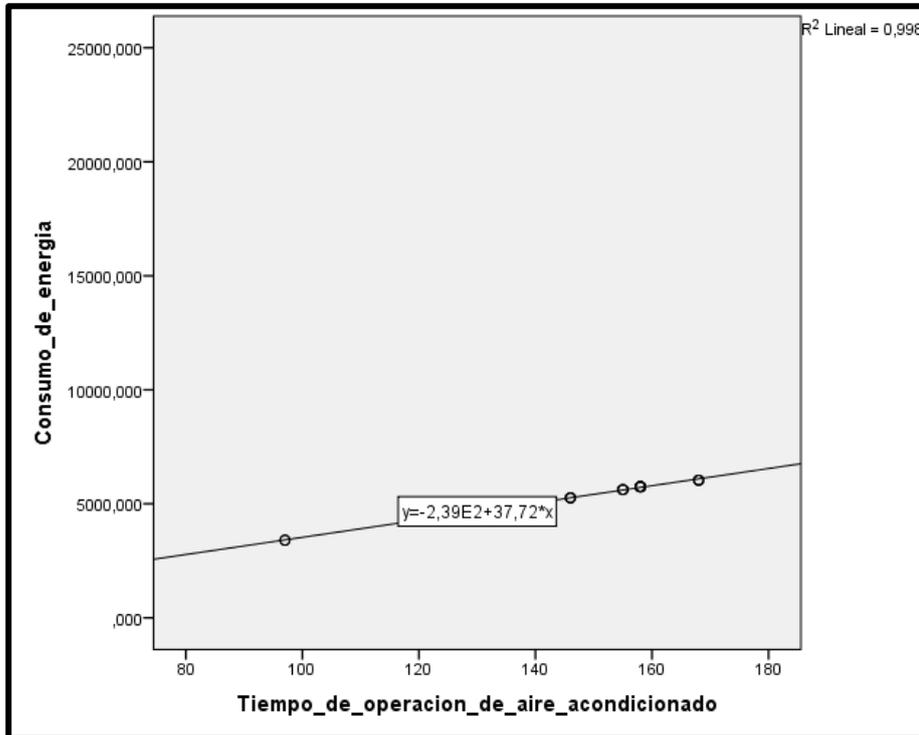
**Tabla 16**

Media consumo de energía por día – Control de operación automático

Tiempo_de_operacion_de_aire_acondicionado	Media	N	Desviación estándar
97	3403,44600	2	,000000
146	5264,49600	3	,000000
155	5622,36400	3	,000000
158	5748,57800	6	4,982084
168	6035,57000	3	,000000
Total	5415,62647	17	795,013260

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Figura se muestra el grafico de la regresión lineal entre el consumo de energía por día y el tiempo de operatividad de los equipos de aire acondicionado.



**Figura 33:** Regresión Lineal – Tiempo de operación de los equipos de aire acondicionado y el Consumo de energía por día – Sistema automático  
Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la siguiente tabla se muestra la media en relación con el tiempo de operación de iluminación del sistema manual y el tiempo de operación cuando el sistema es automático.

**Tabla 17**  
Media tiempo de operación de iluminación manual – Media tiempo de operación de iluminación automático

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Tiempo_de_operacion_de_iluminacion_manual	17	311,000	329,000	320,00000	7,474958
Tiempo_de_operacion_de_iluminacion_automatico	17	115,000	210,000	188,76471	29,100106
N válido (por lista)	17				

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la siguiente tabla se muestra la media en relación con el tiempo de operación de los equipos de aire acondicionado del sistema manual y el tiempo de operación cuando el sistema es automático.

**Tabla 18**

Media tiempo de operación de los equipos de aire acondicionado manual – Media tiempo de operación de los equipos de aire acondicionado automático

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>
Tiempo_de_operacion_de_equipos_de_aire_acondicionado_manual	17	308,000	326,000	317,05882	7,241120
Tiempo_de_operacion_de_equipos_de_aire_acondicionado_automatico	17	97,000	168,000	149,94118	21,060836
N válido (por lista)	17				

Fuente: Elaboración propia

**CAPÍTULO VI**  
**DISCUSIÓN**

## 6.1 Discusión

Como su nombre lo indica, el diseño de tipo *Experimental* tiene como finalidad conformar el grupo de participantes y el de control. El impacto se establece a partir de los cambios encontrados en las mediciones entre el grupo de participantes comparado con el grupo de control.

En la presente investigación utilizamos como herramienta estadística el promedio (o media aritmética). La media aritmética o promedio, es una medida de la tendencia central de varias observaciones. Para calcularla se toman en cuenta los valores de los indicadores para todas las observaciones realizadas tanto en el sistema automatizado como en el sistema manual. Se suele calcular el promedio para cada uno de los grupos (manual y automático); la diferencia entre las dos observaciones promedio, será el impacto de la investigación.

Entonces para evaluar el impacto se utilizará la siguiente fórmula mostrada a continuación:

$$\% \text{ de impacto} = \frac{\text{Media SA} - \text{Media SM}}{\text{Media SM}} \times 100 \quad \dots (1)$$

Donde:

% de impacto= Porcentaje de impacto

Media SA= Promedio de consumo de energía del sistema automatizado

Media SM= Promedio de consumo de energía del sistema manual

Como se observa en la Tabla N°9 la muestra es igual 17, el cual representa al 100%, seguidamente en la Tabla N° 10 se observa que la desviación estándar del consumo de energía y el control de operación manual es igual a 785.019065, mientras su media aritmética es igual a 11157.19176.

En la Figura 30 se muestra el grafico de regresión lineal que existe entre las variables consumo de energía y tiempo de operación de la iluminación, cuando el sistema es operado manualmente, donde podemos observar que existe una relación lineal positiva.

Es importante señalar que, al ser una regresión con pendiente positiva, en la investigación se tendrá la siguiente interpretación, la cual será directamente proporcional:

- Al ser menor el tiempo de operación de la iluminación → menor será el consumo de energía.
- Al ser mayor el tiempo de operación de la iluminación → mayor será el consumo de energía.

Como se observa en la Tabla N°13 la muestra es igual 17, el cual representa al 100%, seguidamente en la Tabla N° 14 se observa que la desviación estándar del consumo de energía y el control de operación automático es igual a 795.013260, mientras su media aritmética es igual a 5415.62647.

En la Figura 32 se muestra el grafico de regresión lineal que existe entre las variables consumo de energía y tiempo de operación de la iluminación, cuando

el sistema es operado automático, donde podemos observar que existe una relación lineal positiva.

- Al ser menor el tiempo de operación de la iluminación → menor será el consumo de energía.
- Al ser mayor el tiempo de operación de la iluminación → mayor será el consumo de energía.

Entonces una vez obtenidos estos valores, evaluamos el impacto del modo de operación del sistema de control eléctrico en el consumo de energía, en el Instituto SISE., el cual se obtendrá con la ecuación 1.

$$\% \text{ de impacto} = \frac{5415.62647 - 11157.19176}{11157.19176} \times 100$$

$$\% \text{ de impacto} = -51.5 \%$$

El porcentaje de impacto es de -51.5%, esto quiere decir que el consumo de energía a disminuido en un 51.5% en relación con el modo de operación del sistema de control eléctrico.

Asimismo, calcularemos el impacto del sistema de control eléctrico automatizado, sobre el tiempo de operación manual de iluminación, en el Instituto SISE, como se observa en la Tabla 17, la media del tiempo de operación de iluminación manual es de 320.00, mientras que el tiempo de operación

cuando el sistema es automatizado es de 188.76, reemplazaremos estos valores en la ecuación 1.

$$\% \text{ de impacto} = \frac{188.76 - 320.00}{320.00} \times 100$$

$$\% \text{ de impacto} = -41.01\%$$

El porcentaje de impacto es de -41.01%, esto quiere decir que el tiempo de operación de iluminación ha disminuido en un 41.01% una vez automatizado el sistema.

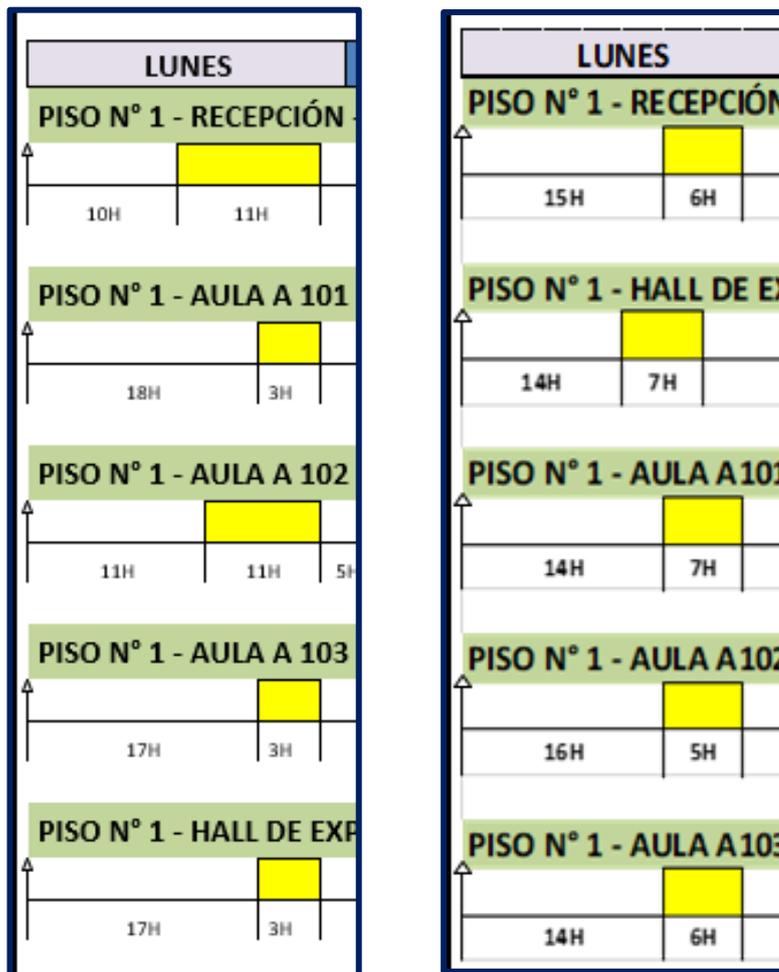
Finalmente, calcularemos el impacto del sistema de control eléctrico automatizado, sobre el tiempo de operación manual de los equipos de aire acondicionado, en el Instituto SISE, como se observa en la Tabla 18, la media del tiempo de operación de los equipos de aire acondicionado operados manualmente es de 317.05, mientras que el tiempo de operación cuando el sistema es automatizado es de 149.94, reemplazaremos estos valores en la ecuación 1.

$$\% \text{ de impacto} = \frac{149.94 - 317.05}{317.05} \times 100$$

$$\% \text{ de impacto} = -52.70\%$$

El porcentaje de impacto es de -52.70%, esto quiere decir que el tiempo de operación de los equipos de aire acondicionado ha disminuido en un 52.70% una vez automatizado el sistema.

Antes de determinar el ahorro mensual del proyecto, justificaremos las hora de trabajo con la potencia consumida.



**Figura 34:** Cargas del piso 1  
Fuente: Elaboración propia

Tal como se observa en la Figura anterior en relación con las cargas de iluminación del piso 1, específicamente en el lunes se tiene un total de 31 horas de funcionamiento, este resultado ha sido calculado sumando cada tiempo de operación de cada carga y de cada área del piso 1.

- Piso 1 – Recepción: 11 hrs
- Piso 1 – Aula A 101: 3 hrs
- Piso 1 – Aula A 102: 11 hrs
- Piso 1 – Aula A 103: 3 hrs
- Piso 1 – Hall de exposiciones: 3 hrs

$$11 + 3 + 11 + 3 + 3 = 31 \text{ hrs}$$

Asimismo, se realiza el mismo procedimiento para los equipos de aire acondicionado.

- Piso 1 – Recepción: 6 hrs
- Piso 1 – Hall de exposiciones: 7 hrs
- Piso 1 – Aula A 101: 7 hrs
- Piso 1 – Aula A 102: 5 hrs
- Piso 1 – Aula A 103: 6 hrs

$$6 + 7 + 7 + 5 + 6 = 31 \text{ hrs}$$

Tal como se observa en la Tabla 1, el consumo de cargas de iluminación del piso 1 es de 3.79 kW, asimismo, en la Tabla 2 se observa que el consumo de cargas de los equipos de aire acondicionado en el piso 1 es de 24.873 kW.

Entonces multiplicando los resultados mostrados obtenemos el consumo total de energía en kW.

**Tabla 19**

Potencia consumida en el piso 1

DÍA	ÁREA	CONSUMO POR PISO kWh/mes)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HRS)	CONSUMO TOTAL (kWh/mes)
Lunes 02/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	31	117.49
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el contraste de kWh y el costo de ahorro que consigue el instituto SISE, primero se extraerá los datos del consumo de energía (kWh) de los siguientes meses junio 2018, julio 2018.

Con la finalidad de determinar el ahorro de energía eléctrica que se obtuvo luego de haber implementado el sistema automatizado, a continuación, calculamos la potencia total de las cargas eléctricas y las mediciones realizadas antes y después de la automatización:

Pt = Potencia total de los tres pisos

Pt = 24.663kW+36.813kW+36.982kW

Pt = 98.458kW

Adicional de las cargas automatizadas se encuentran otras cargas que no serán automatizadas pero se considerará para los cálculos del ahorro de energía eléctrica.

- Consumo de Potencia al mes = 60 KW
- Consumo de Energía al mes = 10852 kWh/mes

Ahora se establece el consumo de energía (kWh) en horas de la noche, horas punta, horas fuera de punta durante el mes de junio, para lo cual se toma como referencia los resultados mostrados en el Anexo 2.

$$\Delta E \text{ junio (kWh)} = 130140.612 \text{ kWh.}$$

Claramente se puede verificar que hay pérdidas de energía que es de 130140.612 kWh/mensual.

Según el recibo de energía del concesionario Luz del Sur, en una tarifa MT3 el consumo de energía de kWh esta 0.1967 soles.

#### **Antes de la automatización**

Gasto total de energía en el mes de junio= 265037.82 kWh/mes

$$265037.82 \times 0.1967 = S/.52,132.93919$$

Gasto extra de energía en el mes de junio= 130140.612 kWh/mes (consumo)

$$130140.612 \times 0.1967 = S/.25,598.65838$$

#### **Después de la automatización**

Gasto total de energía en el mes de julio= 134897.208 kWh/mes (consumo)

$$134897.208 \times 0.1967 = S/.26,534.28081$$

#### **Ahorro mensual**

Gasto de energía mes de junio= S/.52,132.93919

Gasto de energía mes de julio= S/.26,534.28081

Para determinar, el costo de ahorro del instituto SISE, se empleará la siguiente ecuación:

$$G_{Junio} - G_{Julio} = \text{ahorro}$$

$$52,132.93919 - 26,534.28081 = \text{ahorro}$$

$$S/.25,598.65838 = \text{ahorro}$$

Luego de realizar la implementación del sistema automatizado se conseguirá un ahorro mensual de S/.25,598.65838, lo cual resulta rentable para el instituto SISE.

Asimismo, calcularemos el costo de inversión que tiene el presente proyecto.

**Tabla 20**  
Costo de inversión

	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario Mensual (\$)</b>	<b>Costo Total Mensual (\$)</b>
<b>Pulsador de marcha</b>	1	6.55	6.55
<b>Pulsador de parada</b>	1	6.55	6.55
<b>PLC Logo 230 RCE</b>	1	232.00	232.50
<b>Otros</b>	-	800.00	800.00
<b>Supervisor</b>	1	1,000.00	1,200.00
<b>Mano de Obra (15 días)</b>	5 Técnicos	(150 x día)	1,348.214286
<b>Instalación</b>	-	(15 días)	2,800.00
<b>Inversión total (\$)</b>			<b>6,393.814286</b>

Fuente: Elaboración propia

Una vez determinada la inversión total del proyecto, realizaré el análisis del retorno de la inversión.

**Tabla 21**  
Análisis del retorno de la inversión

	<b>Costo de Inversión (S/.)</b>	<b>Ahorro mensual (S/.)</b>
<b>Costo</b>	21, 702.27	25,598.65838

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de retorno de la inversión será a través del cálculo del ROI, el cual nos da a conocer de primera mano la rentabilidad real de cualquier tipo de inversión.

$$ROI = [(ingresos - inversión) / inversión] \times 100$$

$$ROI = [(25,598.65838 - 21,702.27) / 21,702.27] \times 100$$

$$ROI = 17.95\%$$

En este caso, tenemos un retorno mensual de 17.95%, y un retorno anual de la inversión del 215.4%.

## CONCLUSIONES

- Se logró determinar el impacto del modo de operación del sistema de control eléctrico en el consumo de energía, obteniendo como resultado que a partir de la automatización el consumo de energía disminuyó en un 51.5%, lo que resulta favorable para el Instituto SISE.
- Se logró determinar el impacto del sistema de control eléctrico automatizado, sobre el tiempo de operación de iluminación manual, en el Instituto SISE, cuyo porcentaje de disminución representa a un 41.01%.
- Se logró determinar el impacto del sistema de control eléctrico automatizado, sobre el tiempo de operación de los equipos de aire acondicionado manual, en el Instituto SISE, cuyo porcentaje de disminución representa a un 52.70%.

## RECOMENDACIONES

- En relación al sistema de control eléctrico y el consumo de energía, en el Instituto SISE, se recomienda, utilizar energías alternativas para la producción de electricidad, como celdas fotovoltaicas, con la finalidad de conseguir un mayor ahorro de energía y contribuir con el medio ambiente.
- En relación al sistema de iluminación, en el Instituto SISE, se recomienda, invertir en nuevas tecnologías como lámparas tipo LED, con la finalidad de tener una mayor disminución de consumo de energía eléctrica.
- En relación al sistema de los equipos de aire acondicionado, en el Instituto SISE, se recomienda, realizar un plan de mantenimiento periódico para los filtros de aire, ya que cuando estos están sucios obligan a la unidad a consumir más energía de la habitual para poder refrigerar.

## **ANEXOS**



## ANEXO 2 – REPORTES DE MEDICIÓN

"IMPACTO DEL MODO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRICO EN EL AHORRO ENERGÉTICO, EN EL INSTITUTO SISE, SANTA BEATRIZ – LIMA"				
<b>PERIODO DE OBSERVACIÓN DE DATOS</b>		Jun-18		
<b>MODO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRICO</b>		Manual		
DÍA DE OBSERVACIÓN	ÁREA DE OBSERVACIÓN	EFICIENCIA ENERGÉTICA		
		CONSUMO POR PISO (kWh/mes)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HRS)	CONSUMO TOTAL (kWh/mes)
04/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	100	379
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	99	2462.427
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	114	384.1
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	110	3682.03
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	115	407.1
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	114	3812.388
05/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	99	375.21
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	97	2412.681
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	110	367.4
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	109	3648.557
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	111	392.94
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	110	3678.62
06/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	90	341.1
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	89	2213.697
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	111	370.74
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	110	3682.03
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	110	389.4
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	109	3645.178
07/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	89	337.31
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	90	2238.57
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	112	374.08
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	114	3815.922
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	110	389.4
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	105	3511.41
08/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	98	371.42
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	98	2437.554
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	114	297.26
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	114	3815.922
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	115	407.1
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	115	3845.83

09/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	99	375.21
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	99	671.571
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	111	2462.427
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	111	3715.503
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	113	400.02
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	113	3778.946
11/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	100	379
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	100	2487.3
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	115	384.1
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	115	3849.395
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	115	407.1
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	115	3845.83
12/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	99	375.21
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	99	2462.427
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	110	367.4
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	110	3682.03
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	111	392.94
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	111	3712.062
13/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	90	341.1
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	90	2238.57
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	111	370.74
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	111	3715.503
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	110	389.4
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	110	3678.62
14/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	89	337.31
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	89	2213.697
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	112	374.08
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	112	3748.976
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	110	389.4
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	110	3678.62
15/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	98	371.42
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	98	2437.554
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	114	297.26
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	114	3815.922
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	115	407.1
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	115	3845.83
16/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	99	375.21
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	99	671.571
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	111	2462.427
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	111	3715.503
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	113	400.02
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	113	3778.946
18/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	100	379
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	100	2487.3
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	115	384.1
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	115	3849.395
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	115	407.1
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	115	3845.83

19/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	99	375.21
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	99	2462.427
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	110	367.4
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	110	3682.03
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	111	392.94
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	111	3712.062
20/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	90	341.1
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	90	2238.57
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	111	370.74
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	111	3715.503
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	110	389.4
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	110	3678.62
21/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	89	337.31
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	89	2213.697
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	112	374.08
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	112	3748.976
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	110	389.4
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	110	3678.62
22/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	98	371.42
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	98	2437.554
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	114	297.26
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	114	3815.922
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	115	407.1
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	115	3845.83
23/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	99	375.21
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	99	671.571
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	111	2462.427
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	111	3715.503
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	113	400.02
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	113	3778.946
25/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	100	379
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	100	2487.3
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	115	384.1
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	115	3849.395
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	115	407.1
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	115	3845.83
26/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	99	375.21
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	99	2462.427
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	110	367.4
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	110	3682.03
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	111	392.94
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	111	3712.062
27/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	90	341.1
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	90	2238.57
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	111	370.74
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	111	3715.503
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	110	389.4
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	110	3678.62

28/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	89	337.31
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	89	2213.697
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	112	374.08
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	112	3748.976
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	110	389.4
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	110	3678.62
29/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	98	371.42
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	98	2437.554
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	114	297.26
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	114	3815.922
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	115	407.1
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	115	3845.83
30/06/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	100	379
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	100	2487.3
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	115	384.1
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	115	3849.395
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	115	407.1
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	115	3845.83

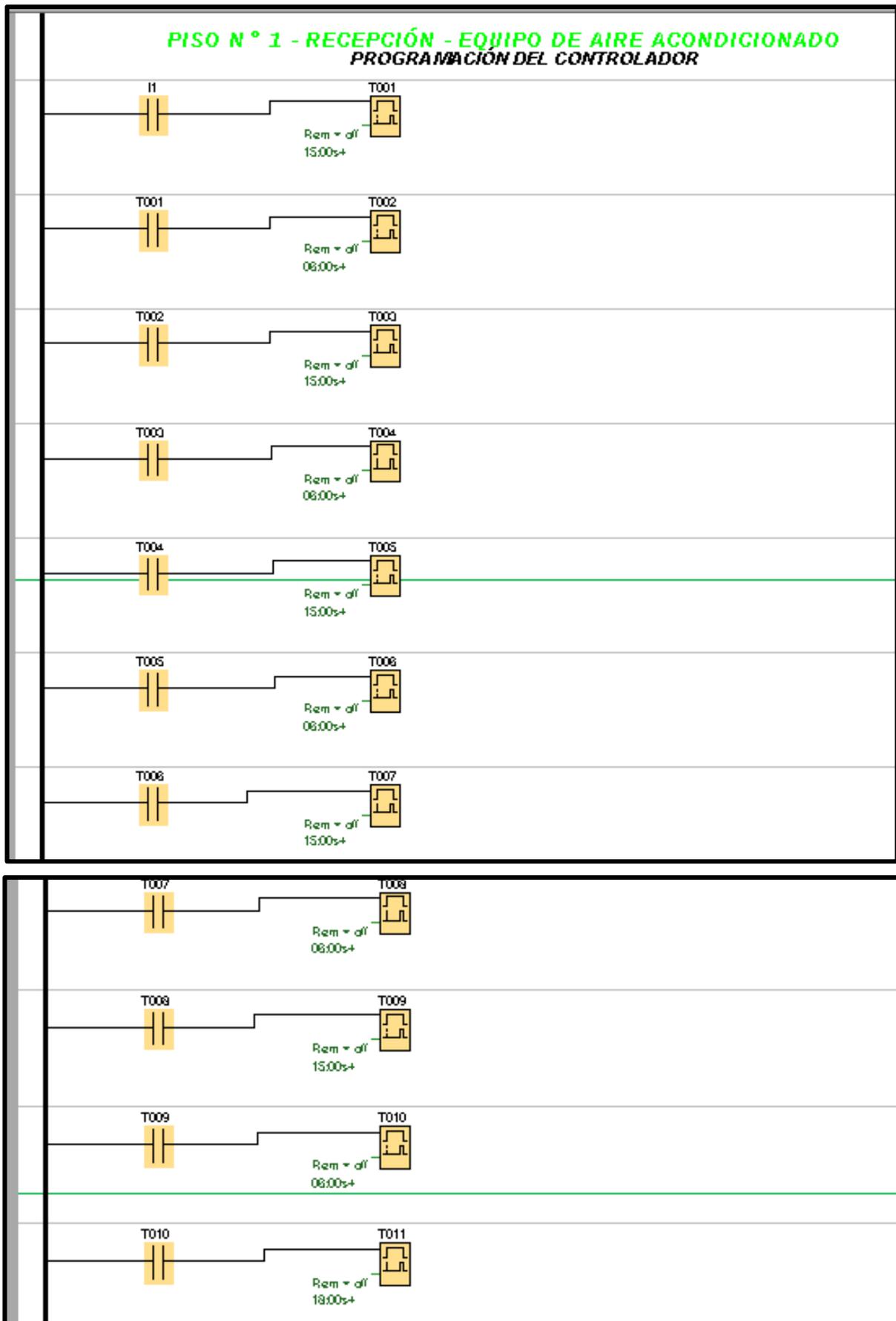
"IMPACTO DEL MODO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRICO EN EL AHORRO ENERGÉTICO, EN EL INSTITUTO SISE, SANTA BEATRIZ – LIMA"				
<b>PERIODO DE OBSERVACIÓN DE DATOS</b>		Jul-18		
<b>MODO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRICO</b>		Automático		
DÍA DE OBSERVACIÓN	ÁREA DE OBSERVACIÓN	EFICIENCIA ENERGÉTICA		
		CONSUMO POR PISO (kWh/mes)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HRS)	CONSUMO TOTAL (kWh/mes)
02/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	31	117.49
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	85	283.9
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	63	2108.799
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	69	244.26
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	52	1738.984
03/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	34	128.86
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	87	290.58
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	63	2108.799
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	86	304.44
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	64	2140.288
04/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	34	128.86
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	29	721.317
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	85	283.9
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	65	2175.745
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	77	272.58
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	61	2039.962
05/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	34	128.86
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	94	313.96
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	59	1974.907
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	82	290.28
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	68	2274.056
06/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	34	128.86
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	89	297.26
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	63	2108.799
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	72	254.88
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	74	2474.708

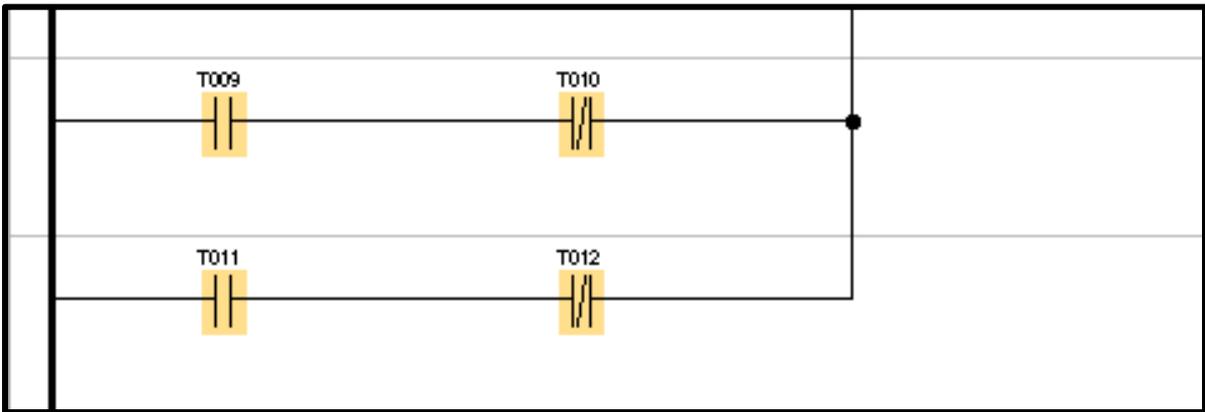
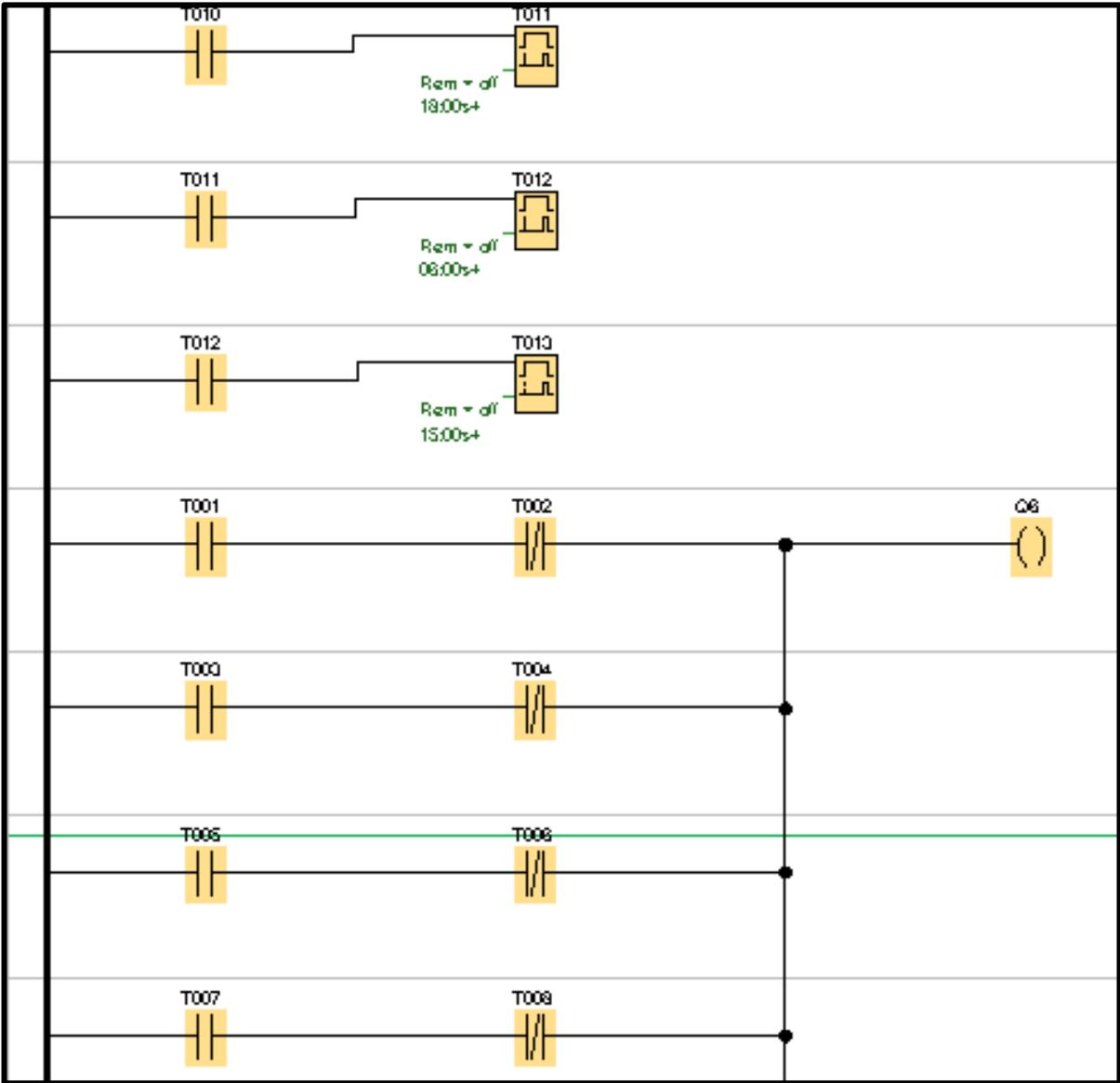
07/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	27	102.33
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	29	721.317
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	34	113.56
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	33	1104.609
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	54	191.16
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	35	1170.47
09/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	31	117.49
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	85	283.9
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	63	2108.799
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	69	244.26
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	52	1738.984
10/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	34	128.86
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	87	290.58
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	63	2108.799
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	86	304.44
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	64	2140.288
11/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	34	128.86
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	29	721.317
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	85	283.9
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	65	2175.745
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	77	272.58
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	61	2039.962
12/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	34	128.86
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	94	313.96
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	59	1974.907
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	82	290.28
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	68	2274.056
13/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	34	128.86
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	89	297.26
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	63	2108.799
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	72	254.88
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	74	2474.708
14/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	27	102.33
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	29	721.317
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	34	113.56
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	33	1104.609
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	54	191.16
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	35	1170.47
16/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	31	117.49
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	85	283.9
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	63	2108.799
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	69	244.26
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	52	1738.984

17/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	34	128.86
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	87	290.58
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	63	2108.799
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	86	304.44
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	64	2140.288
18/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	34	128.86
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	29	721.317
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	85	283.9
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	65	2175.745
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	77	272.58
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	61	2039.962
19/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	34	128.86
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	94	313.96
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	59	1974.907
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	82	290.28
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	68	2274.056
20/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	34	128.86
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	89	297.26
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	63	2108.799
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	72	254.88
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	74	2474.708
21/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	27	102.33
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	29	721.317
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	34	113.56
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	33	1104.609
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	54	191.16
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	35	1170.47
23/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	31	117.49
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	85	283.9
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	63	2108.799
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	69	244.26
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	52	1738.984
24/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	34	128.86
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	87	290.58
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	63	2108.799
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	86	304.44
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	64	2140.288
25/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	34	128.86
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	29	721.317
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	85	283.9
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	65	2175.745
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	77	272.58
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	61	2039.962

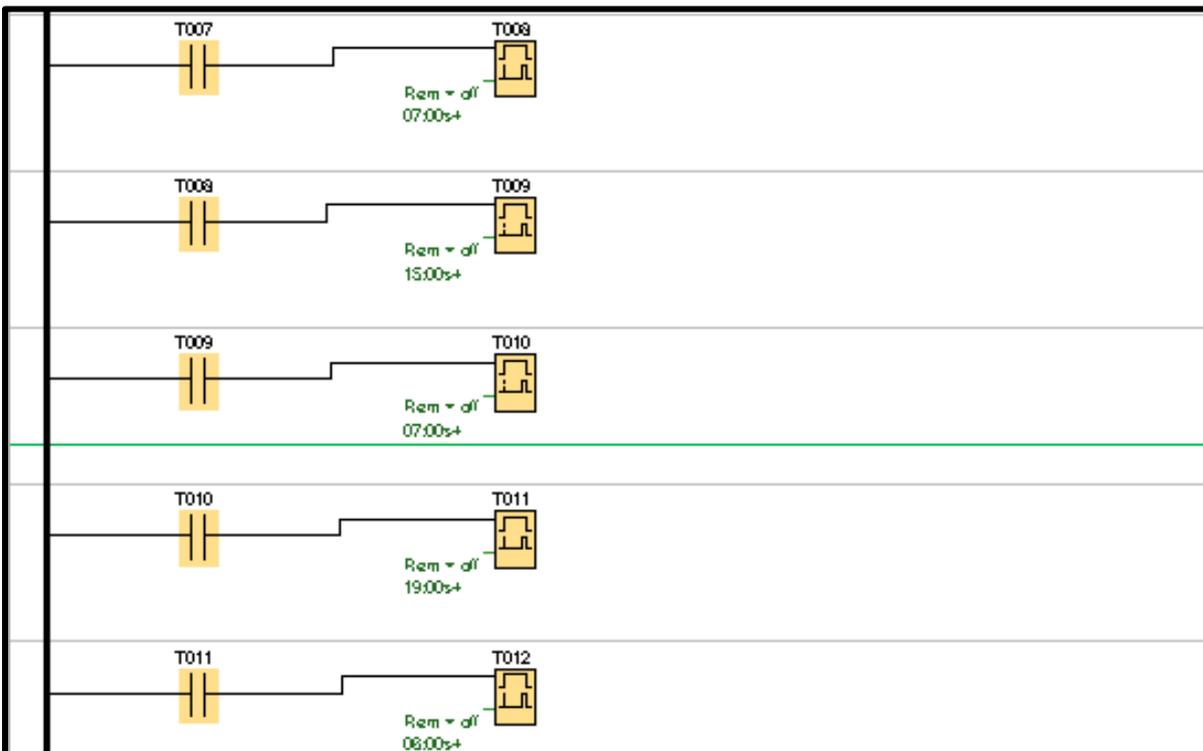
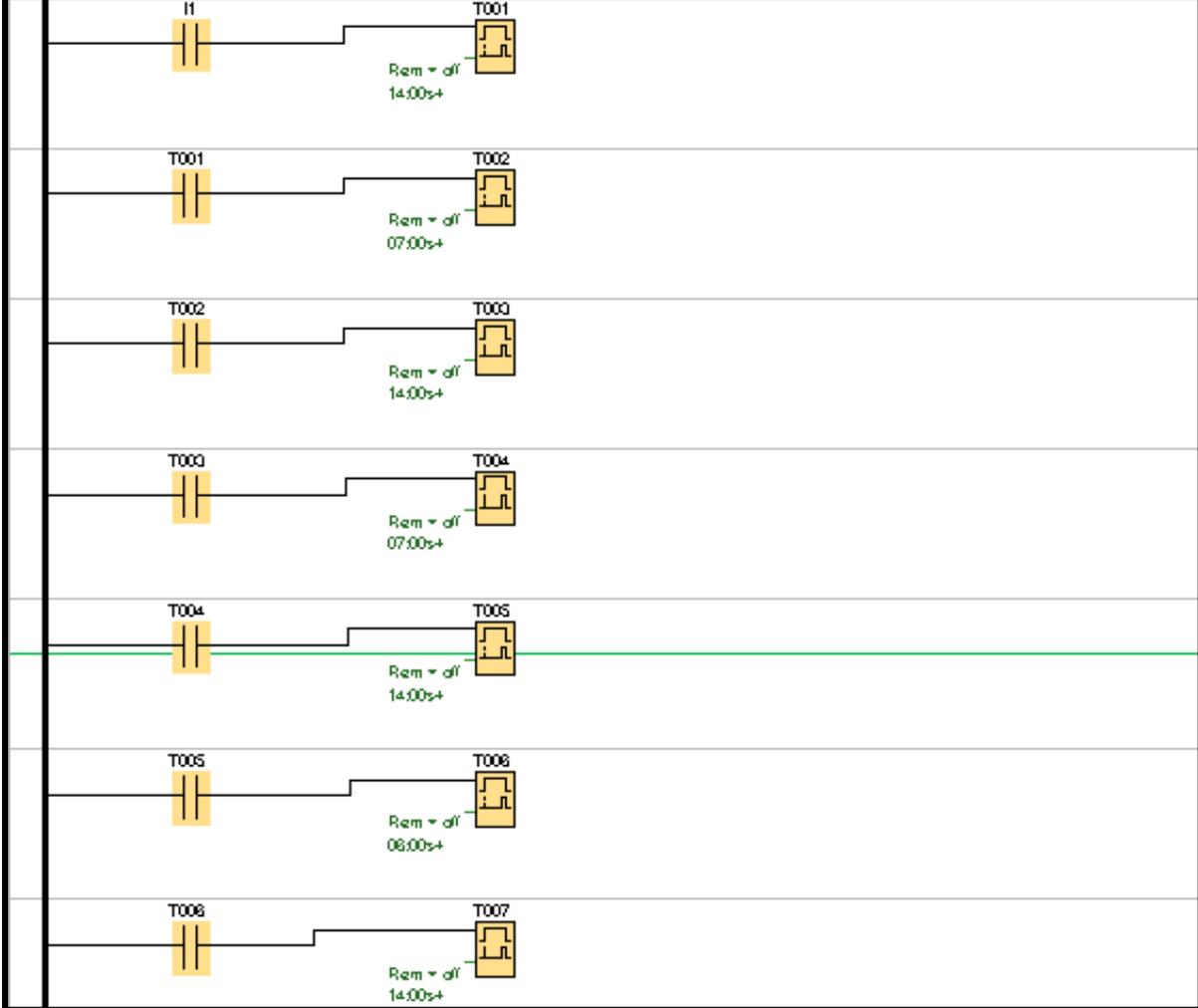
26/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	34	128.86
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	94	313.96
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	59	1974.907
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	82	290.28
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	68	2274.056
27/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	34	128.86
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	89	297.26
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	63	2108.799
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	72	254.88
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	74	2474.708
30/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	27	117.49
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	31	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	31	283.9
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	85	2108.799
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	63	244.26
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	69	1738.984
31/07/2018	Piso 1 - Cargas de Iluminación	3.79	52	128.86
	Piso 1 - Aire Acondicionado	24.873	34	771.063
	Piso 2 - Cargas de Iluminación	3.34	31	290.58
	Piso 2 - Aire Acondicionado	33.473	87	2108.799
	Piso 3 - Cargas de Iluminación	3.54	63	304.44
	Piso 3 - Aire Acondicionado	33.442	86	2140.288

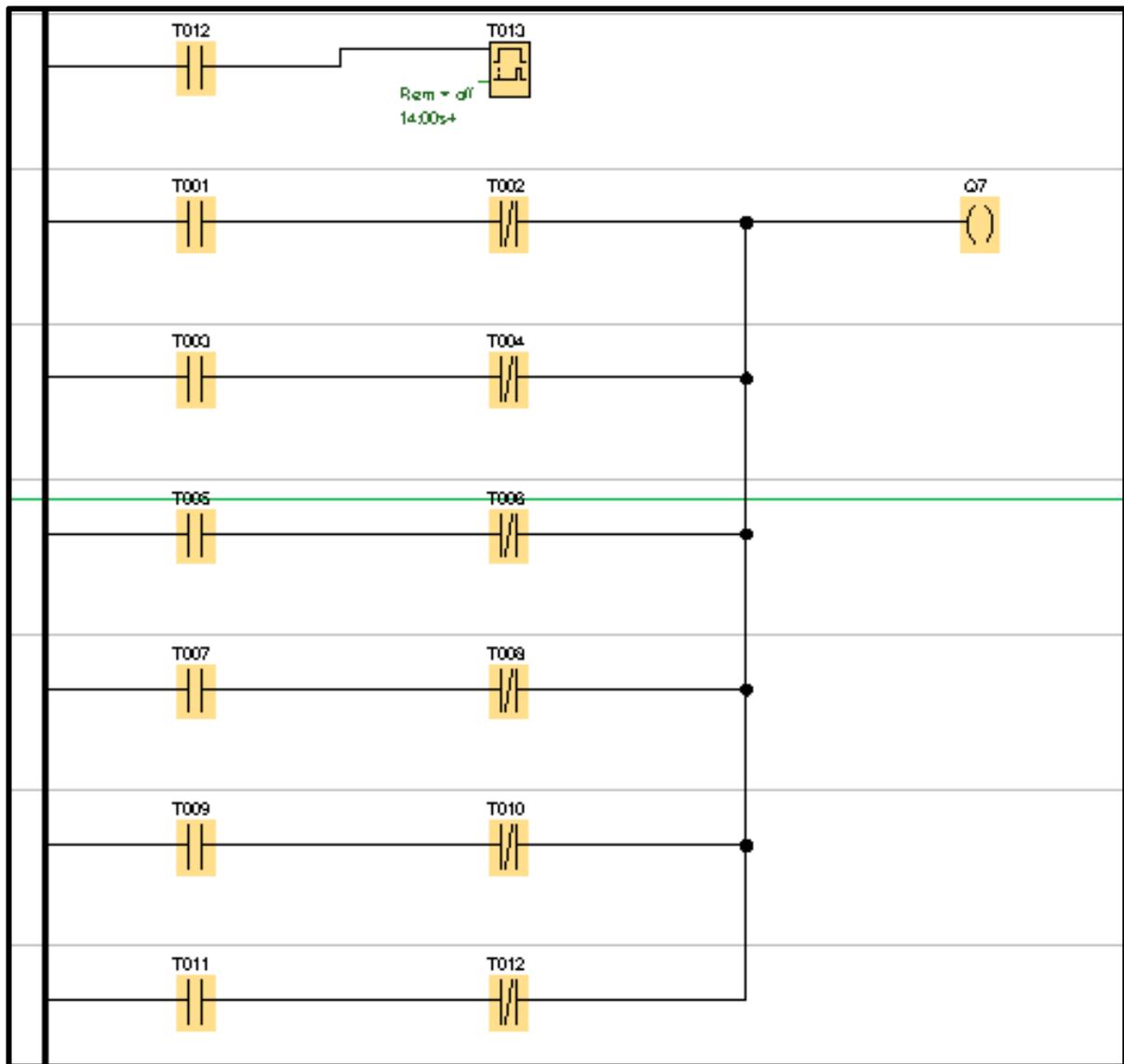
### ANEXO 3 – PROGRAMACIÓN





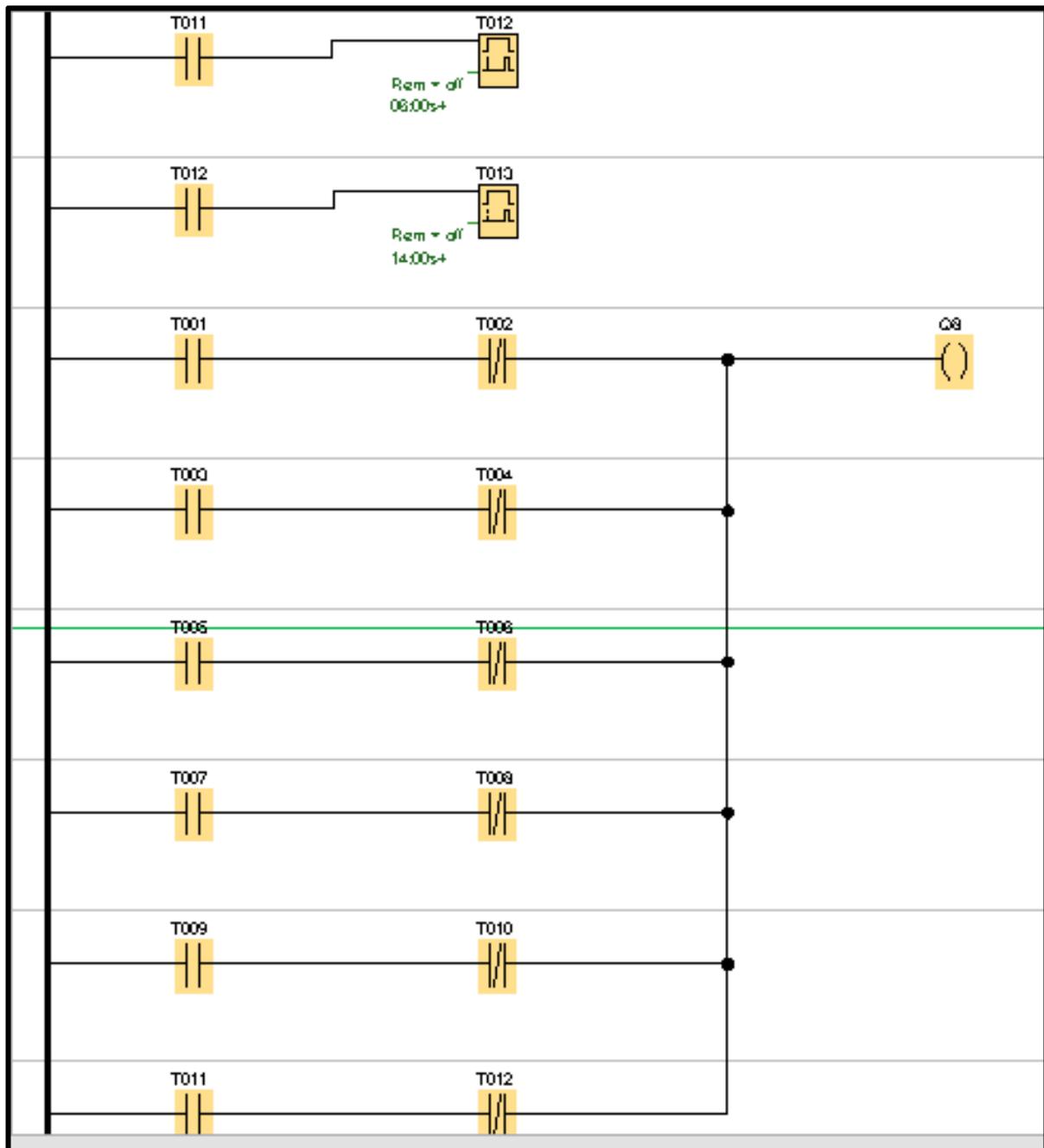
**PISO N° 1 - HALL DE EXPOSICIONES - EQUIPO DE AIRE ACONDICIONAL**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**



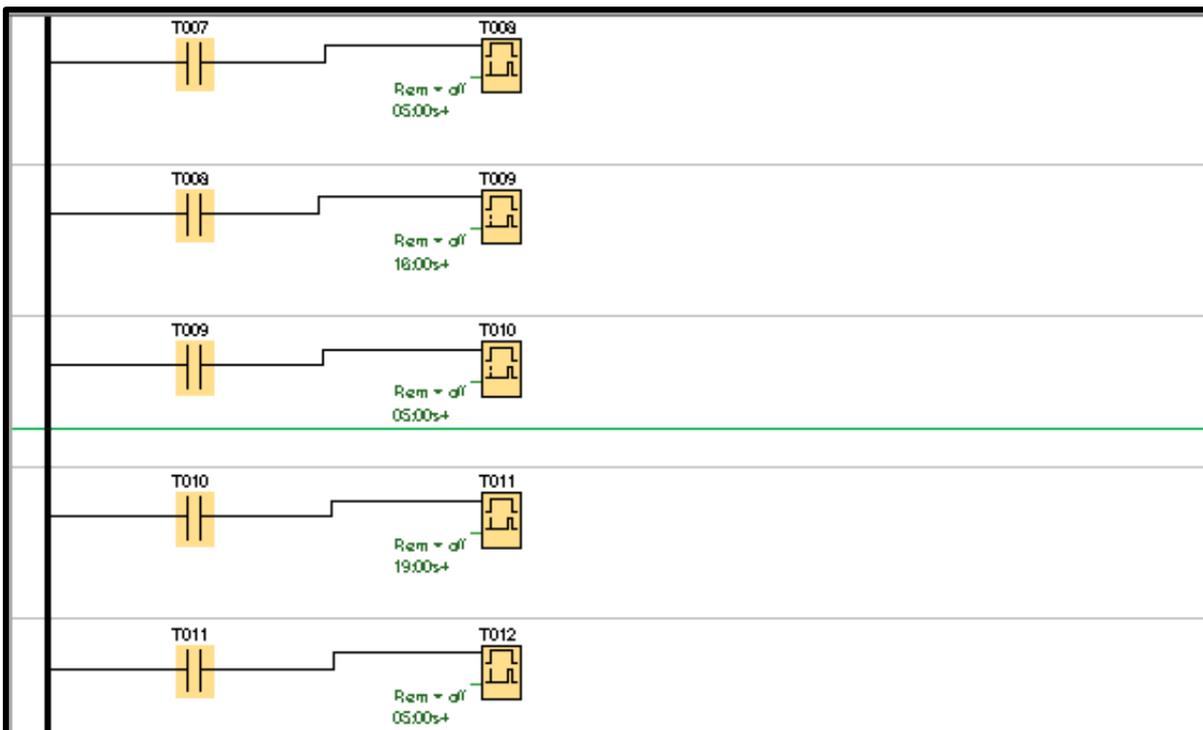
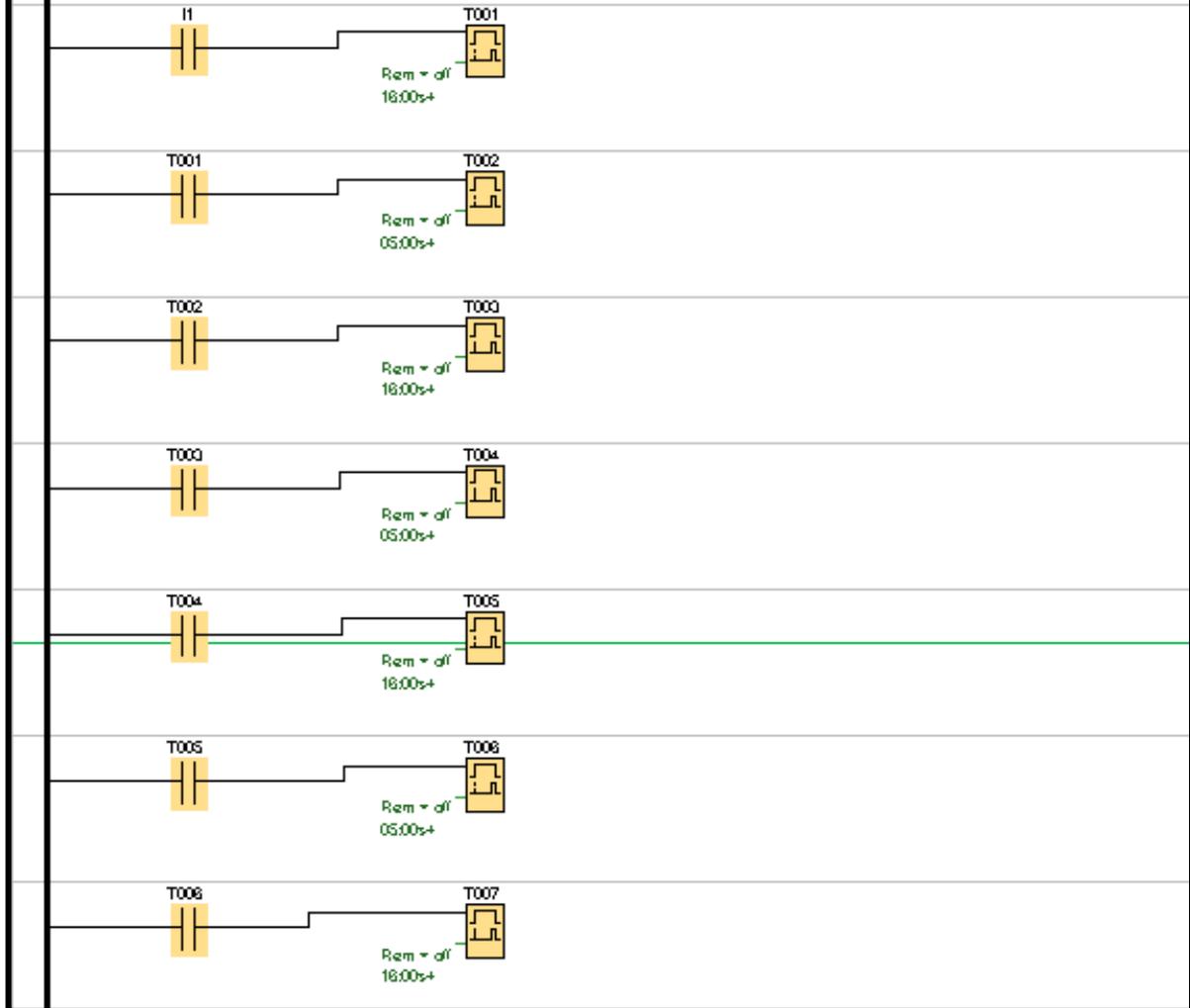


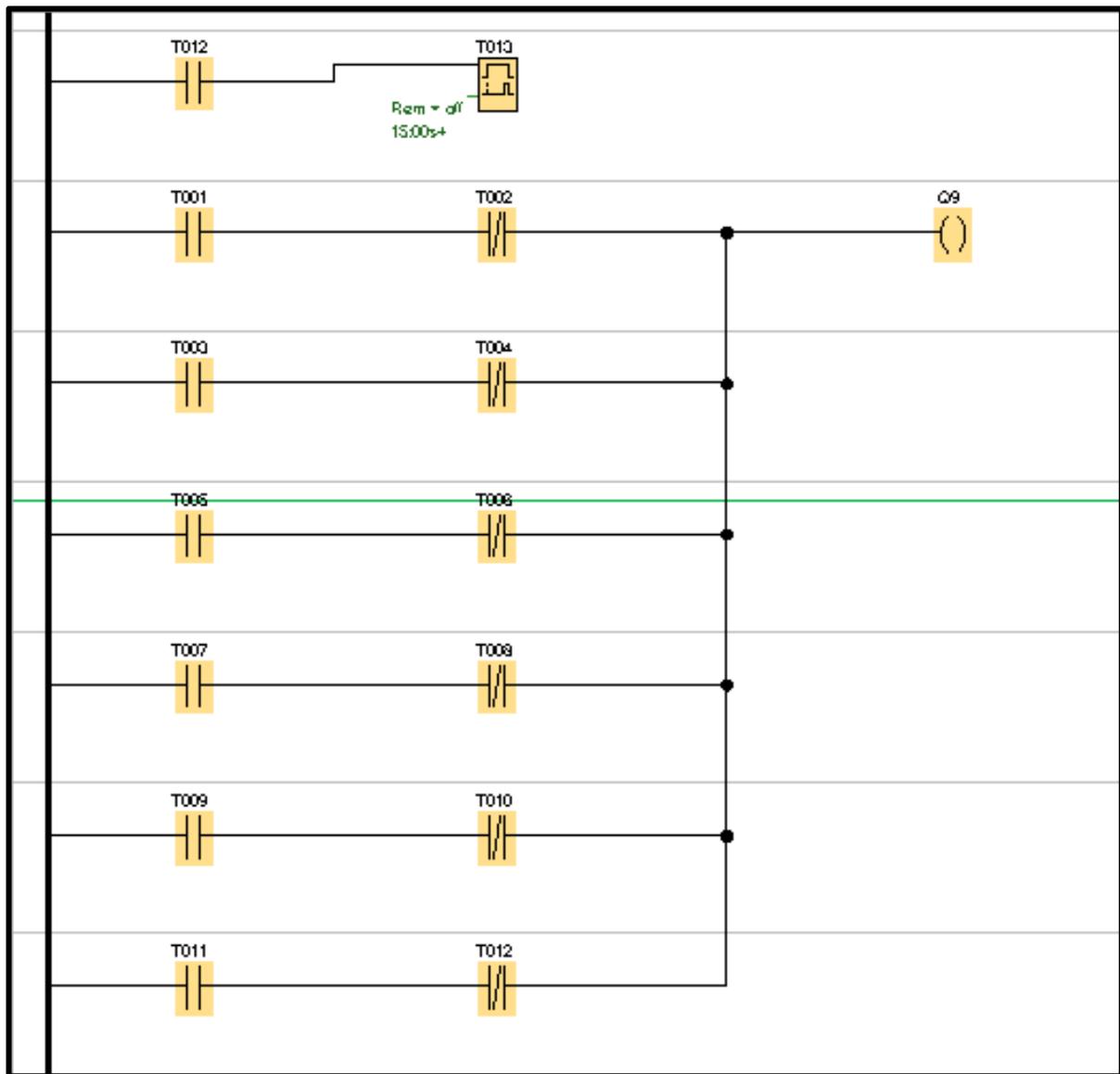
**PISO N° 1 - AULA 101 - EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**





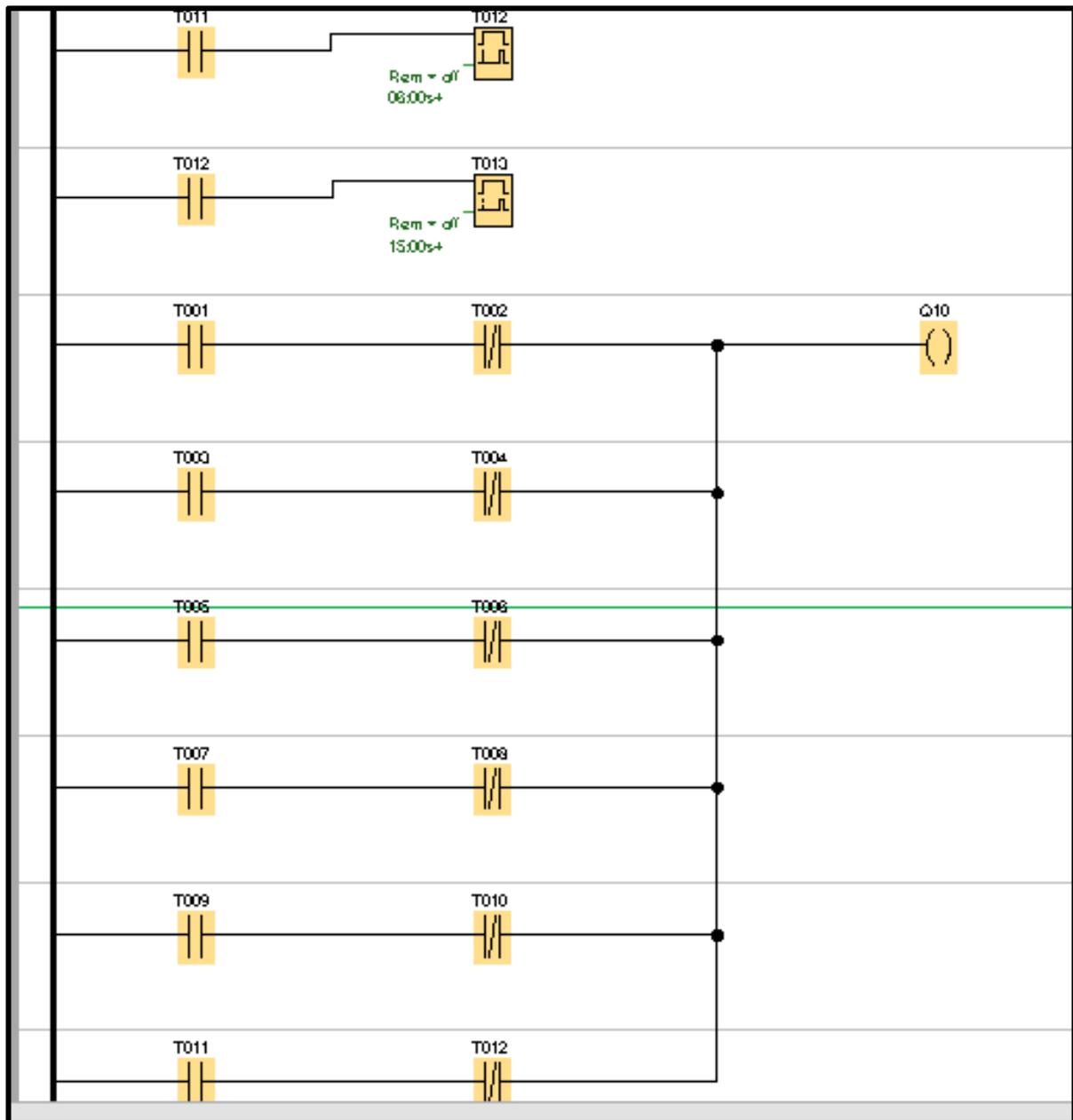
**PISO N° 1 - AULA 102 - EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**



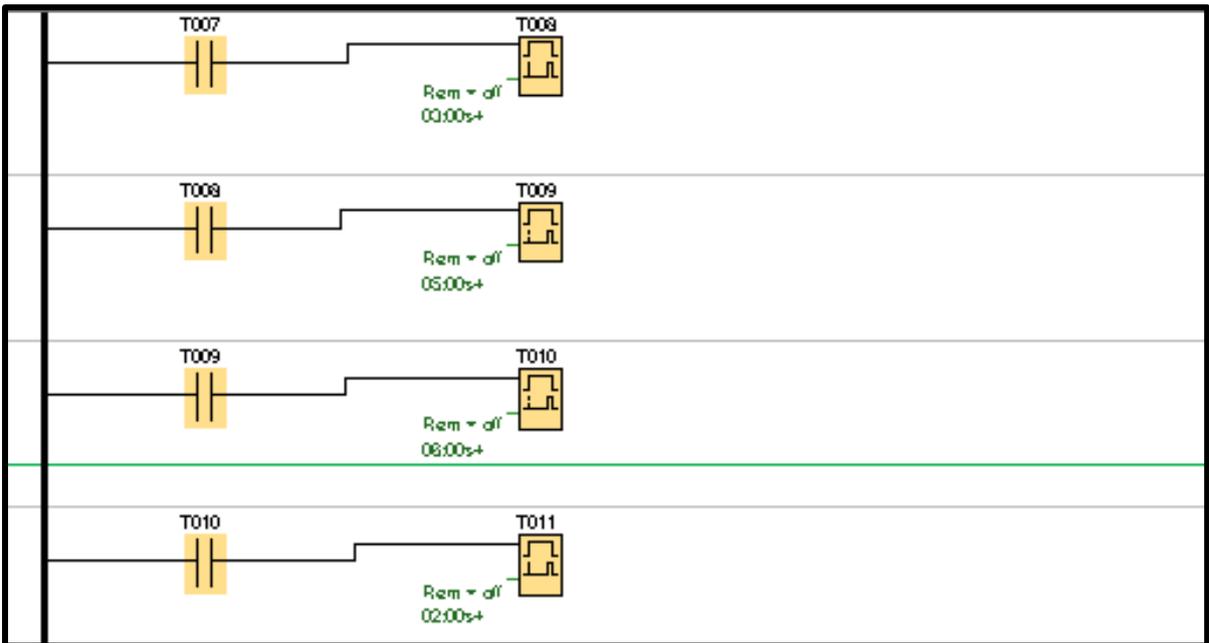
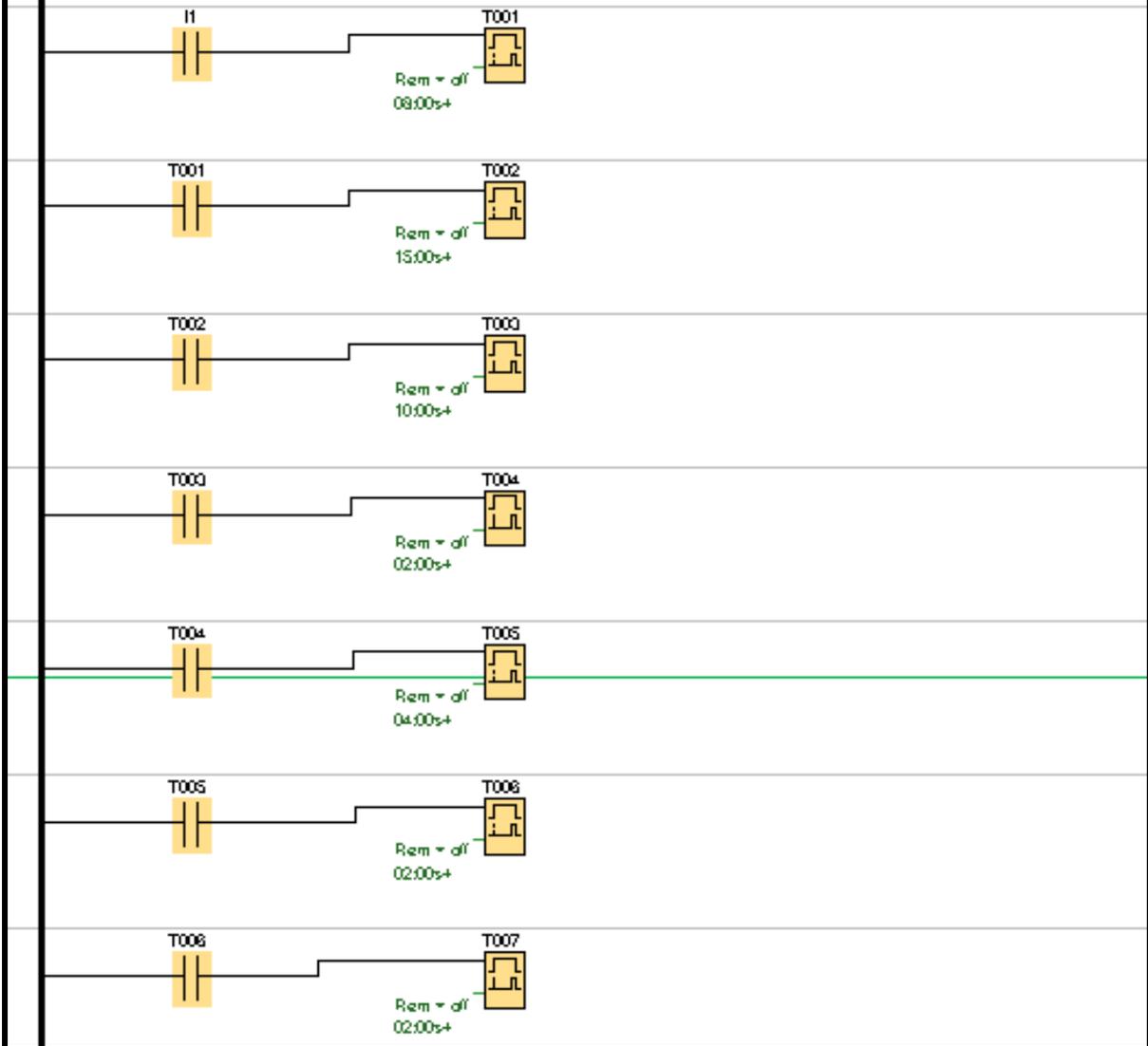


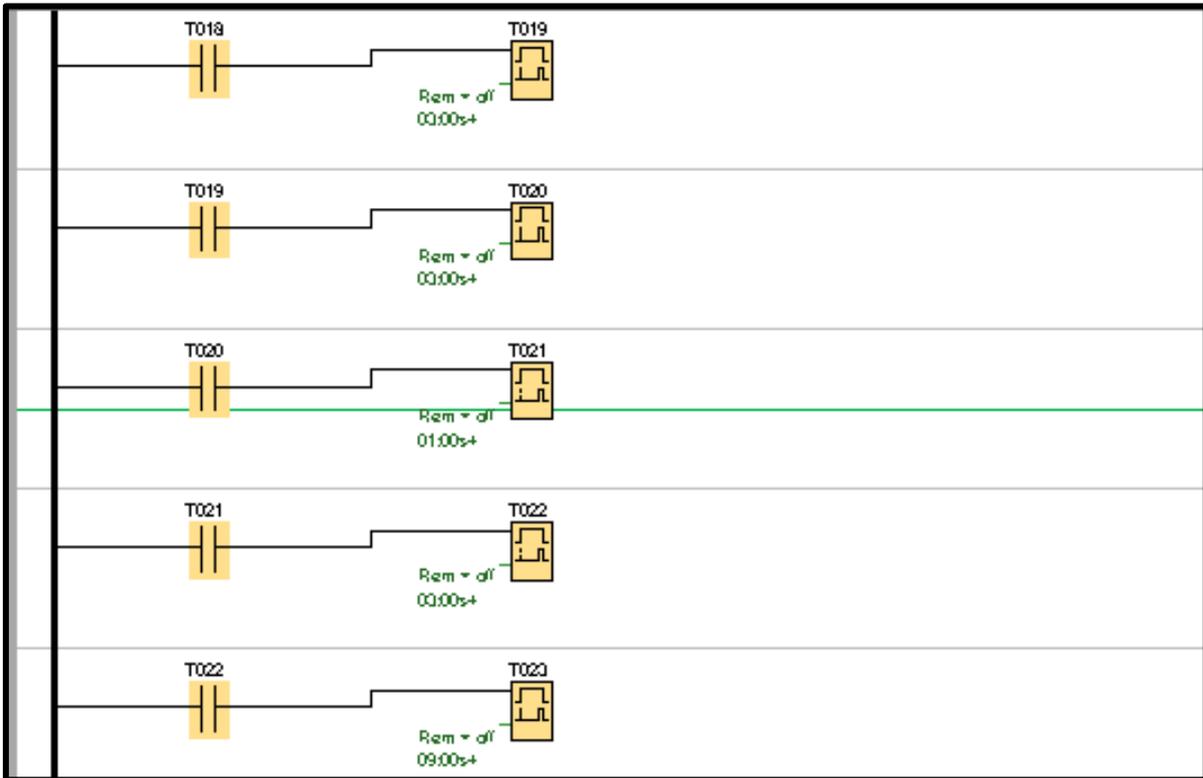
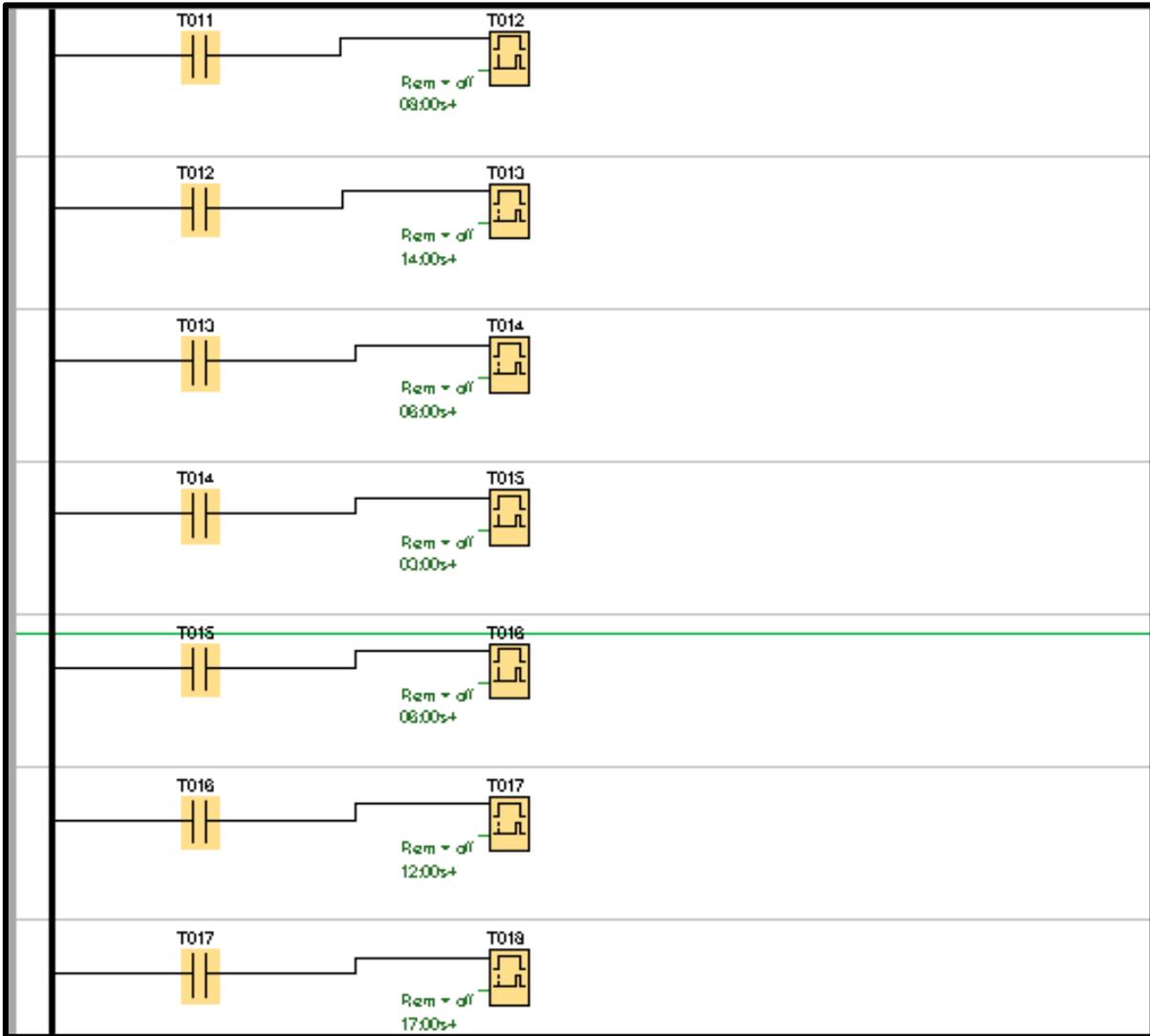
**PISO N° 1 - AULA 103 - EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**

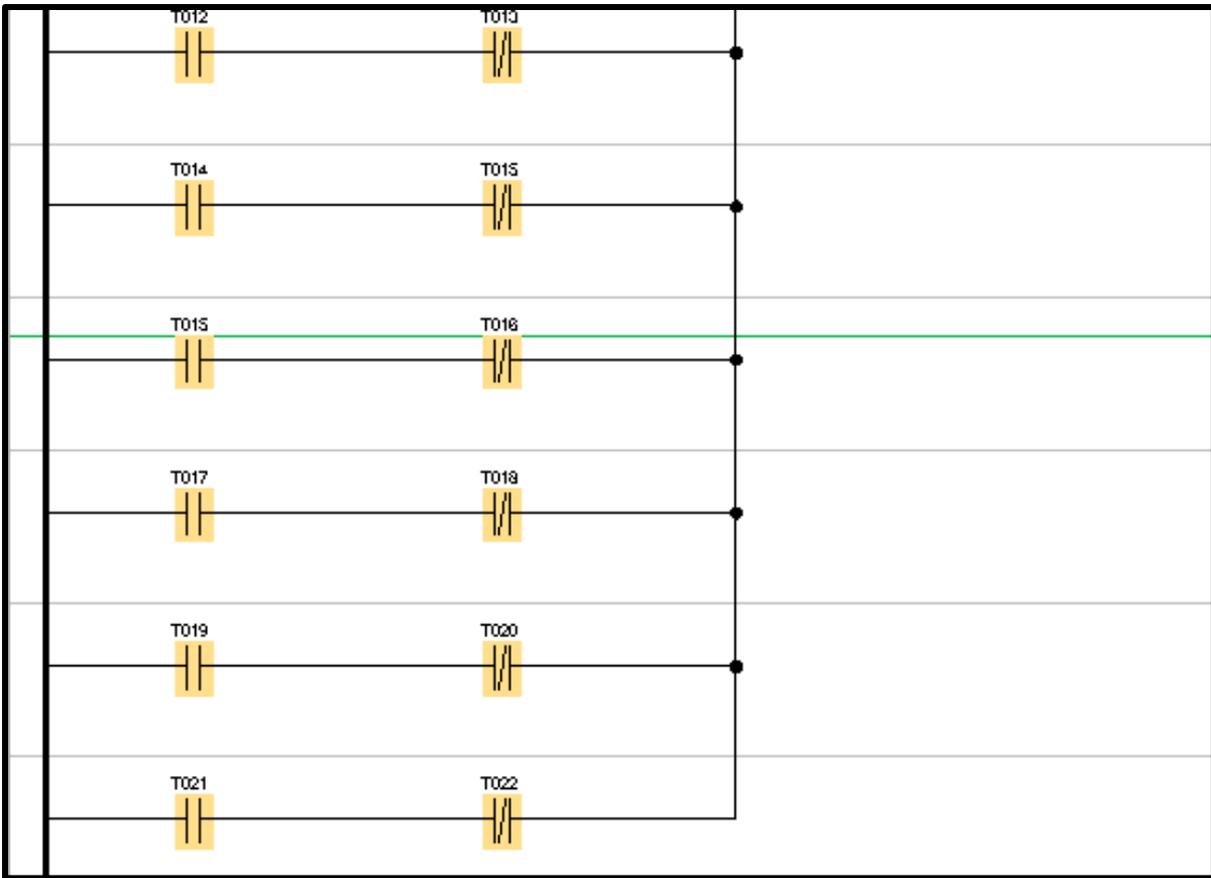
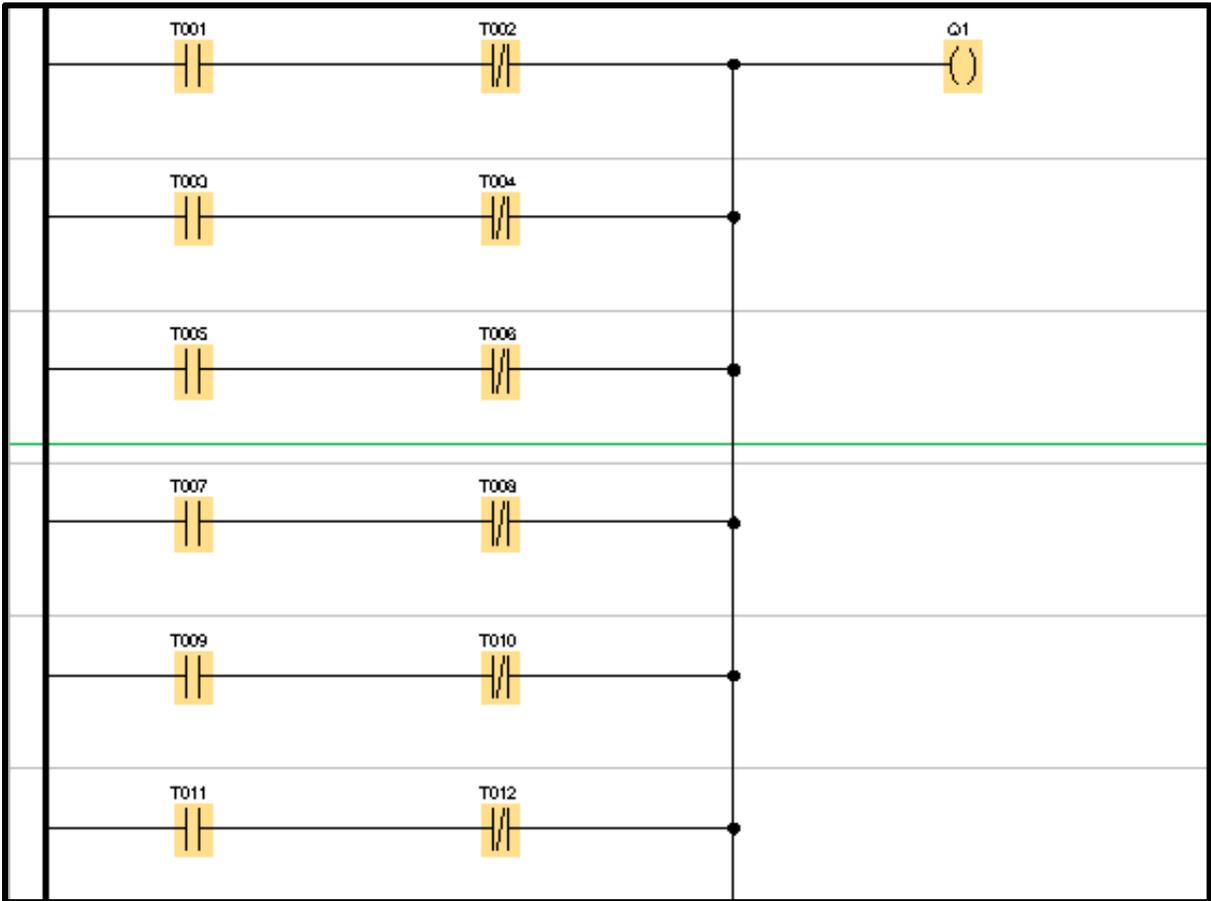




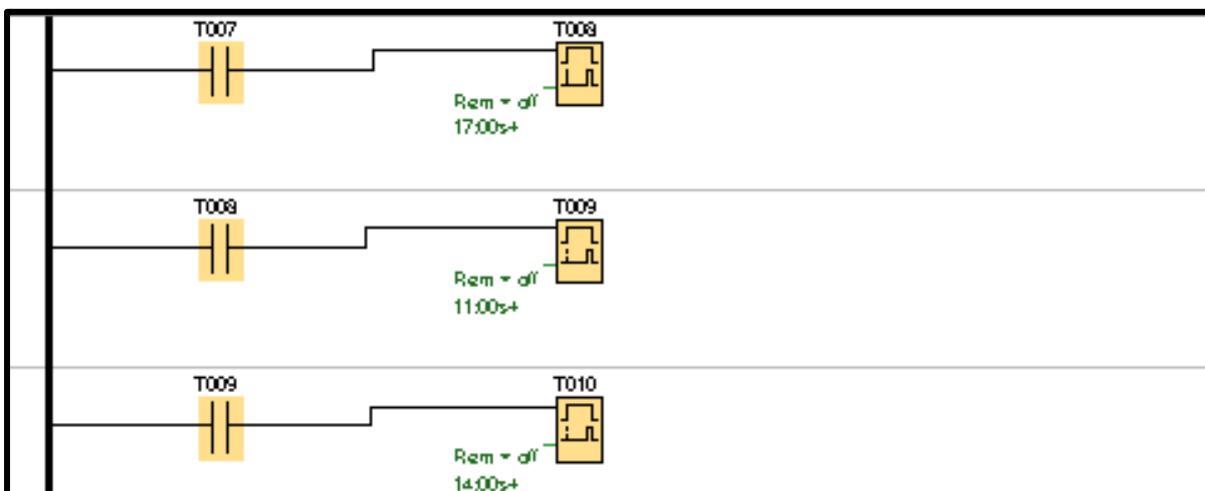
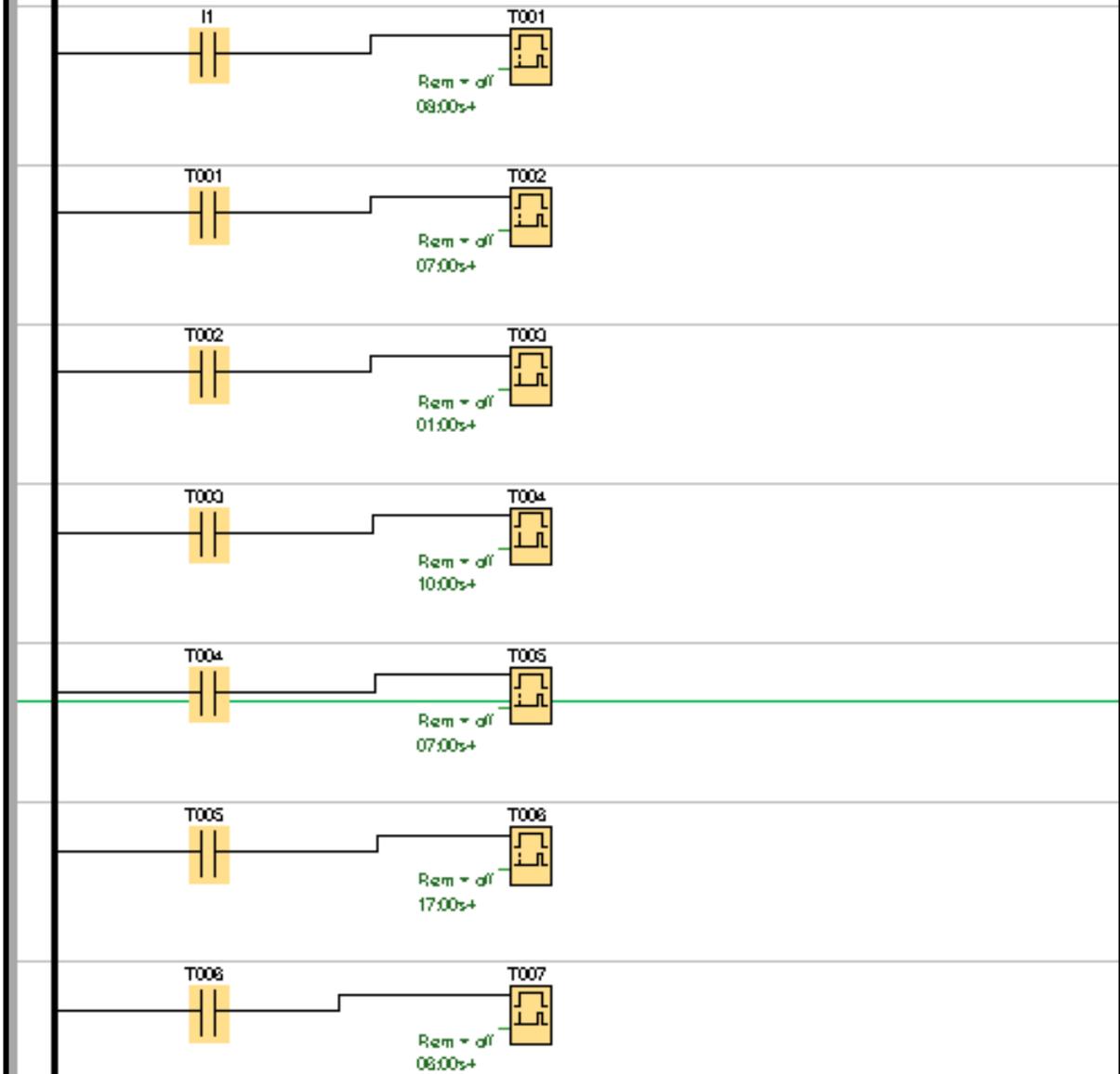
**PISO N° 2 - AULA 201**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**

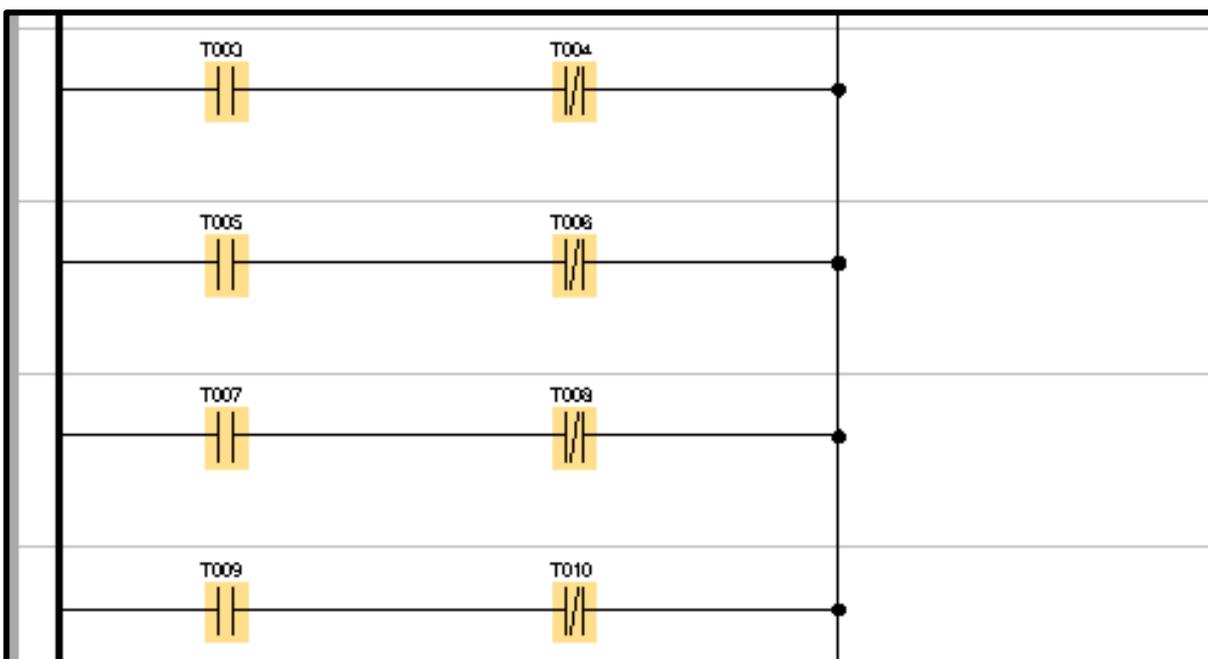
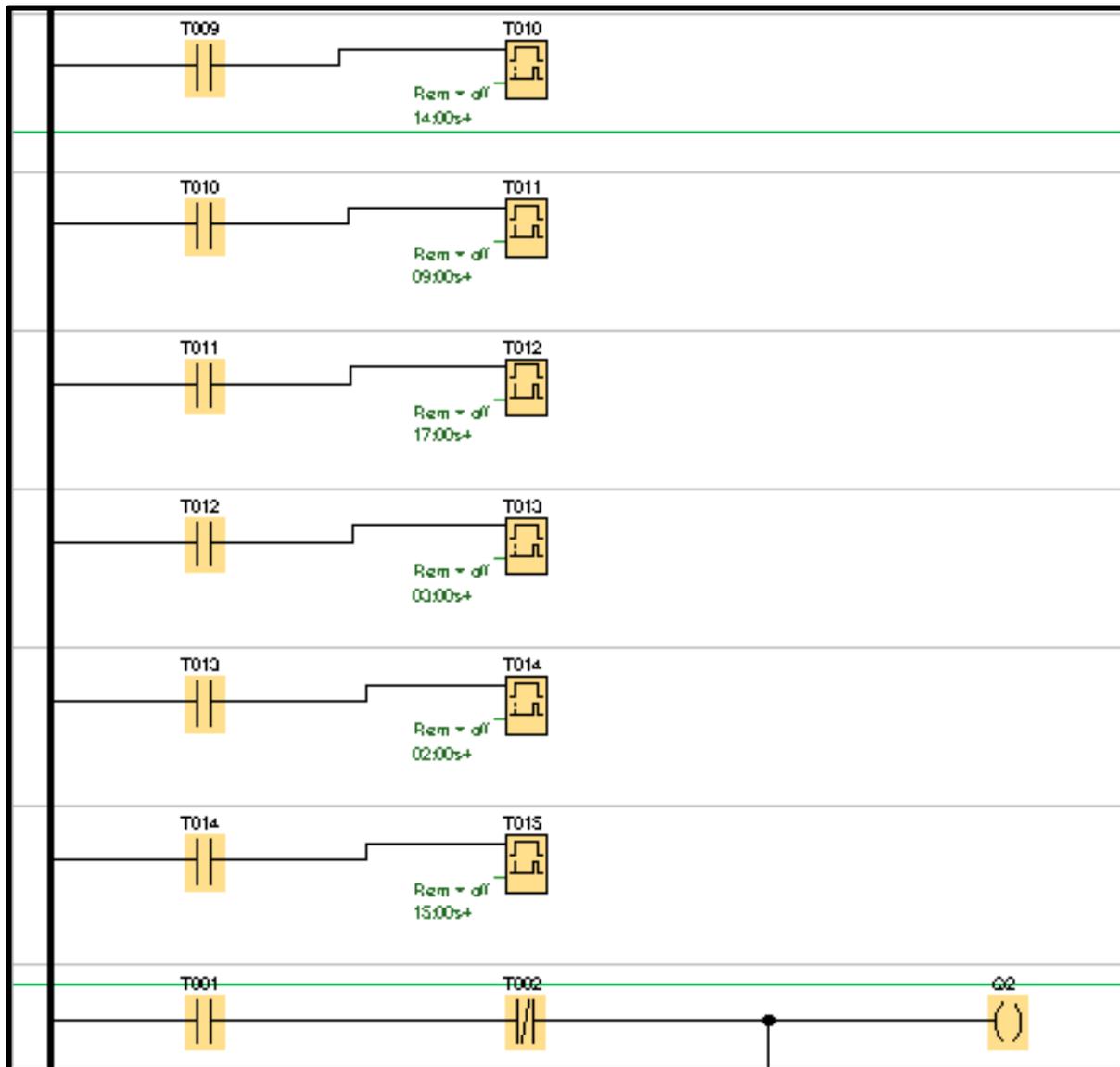


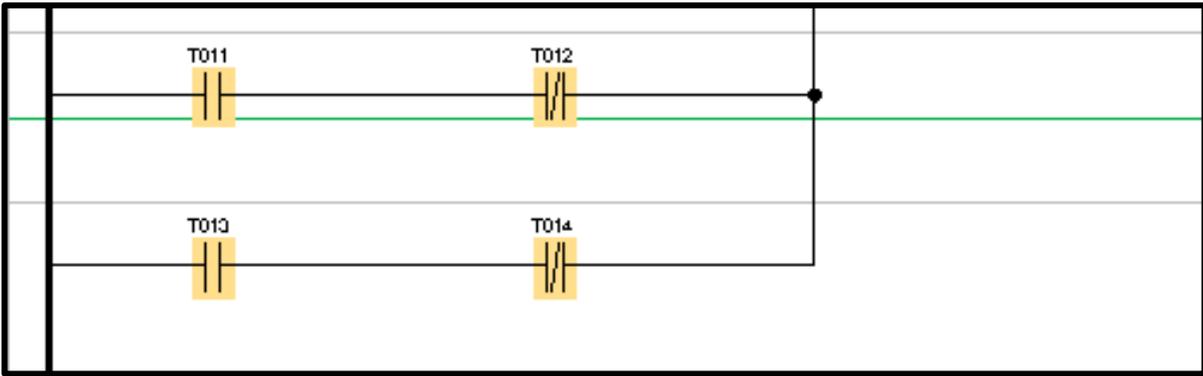




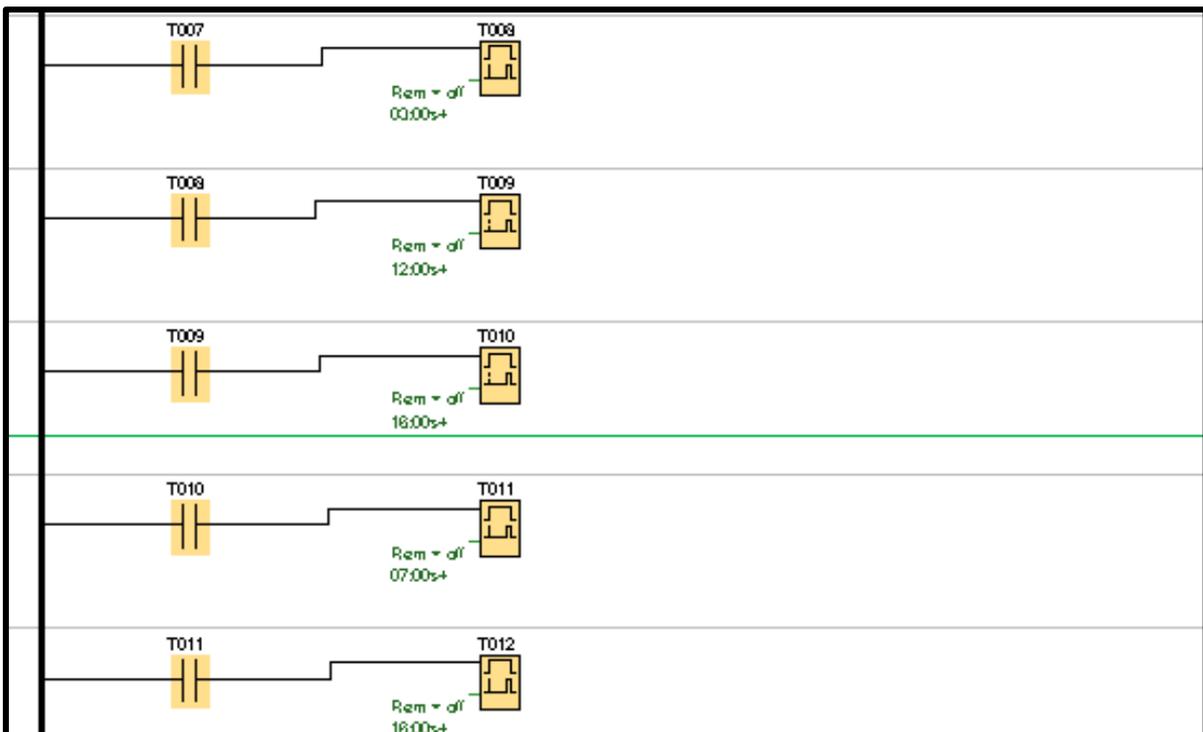
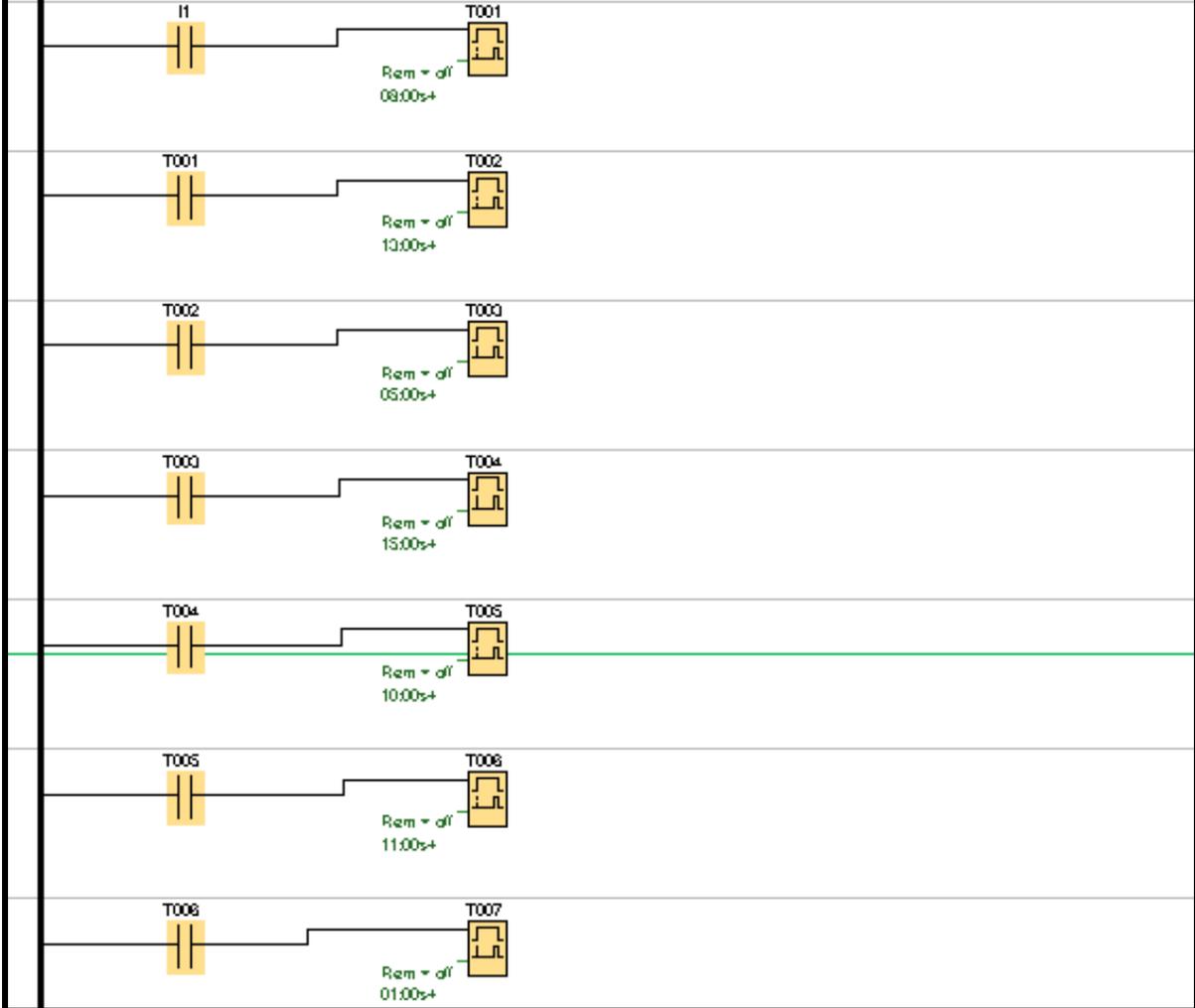
**PISO N° 2 - AULA 202**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**

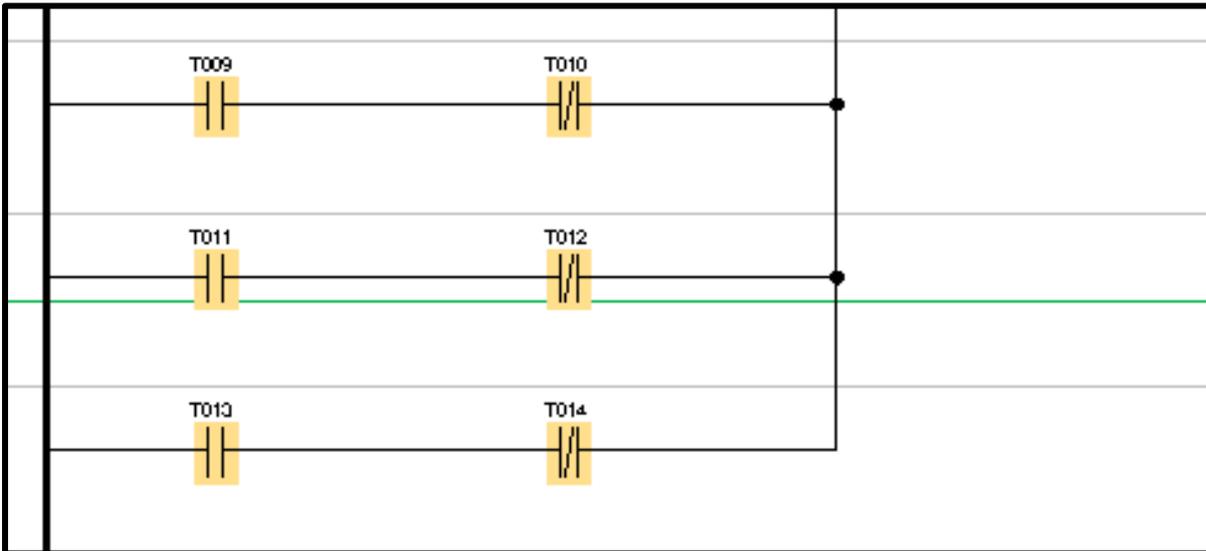
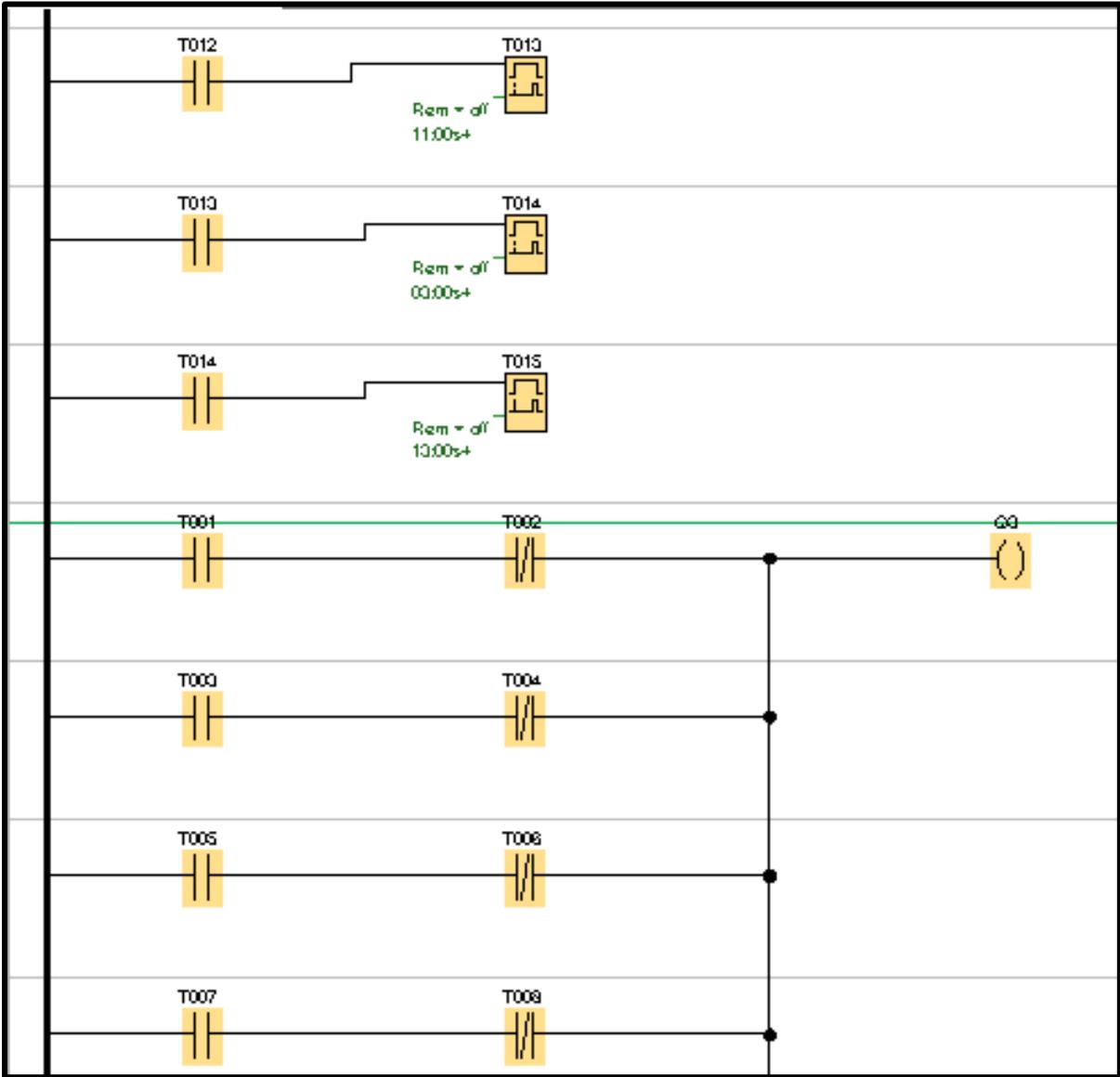




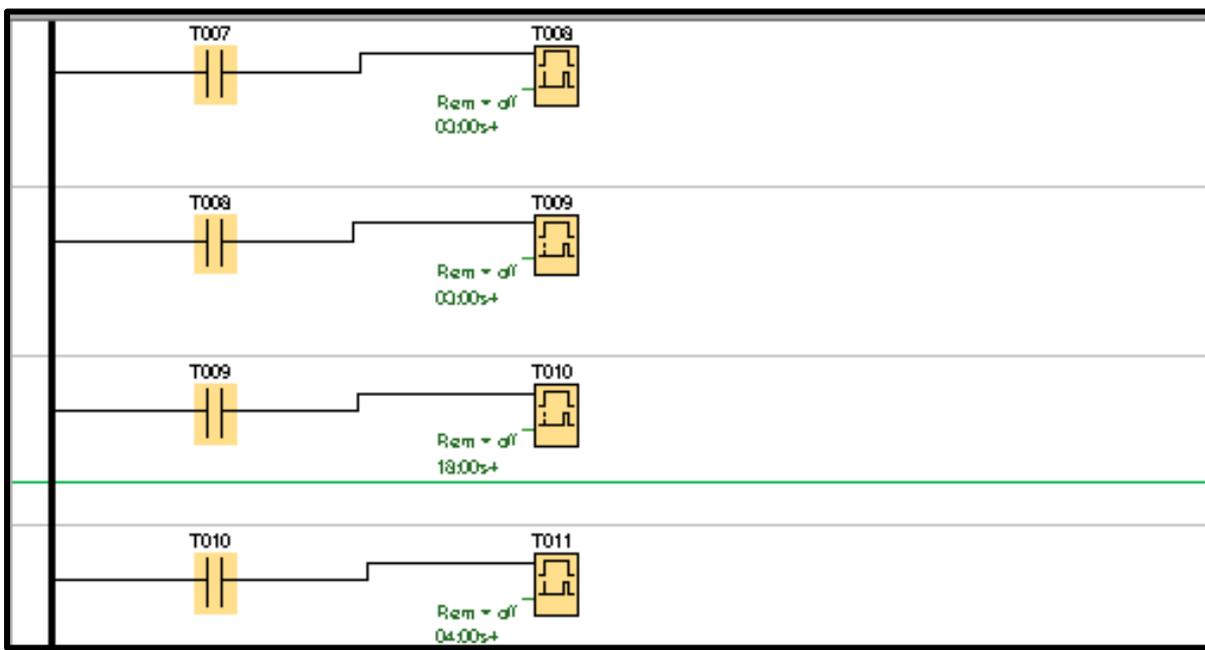
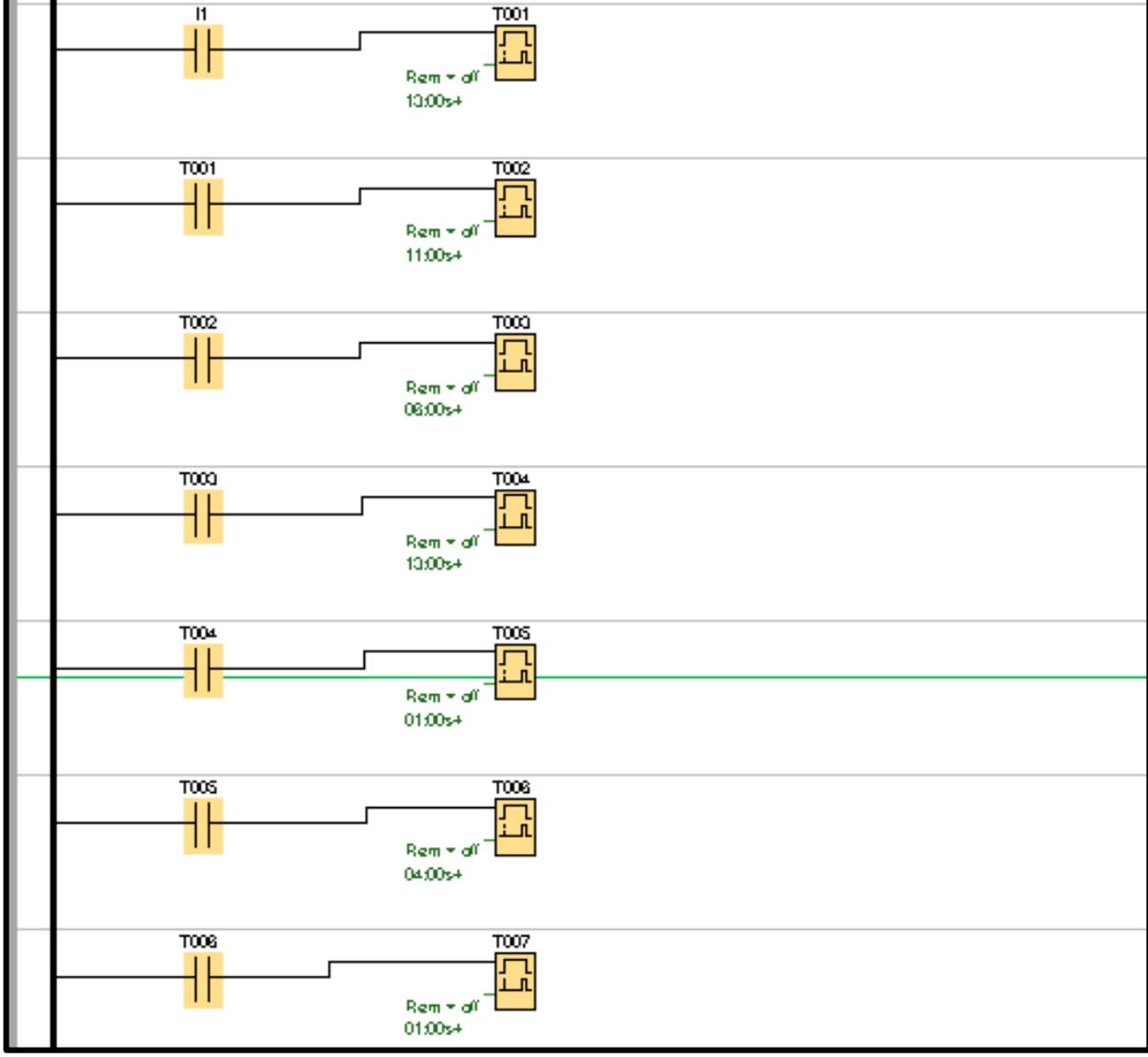


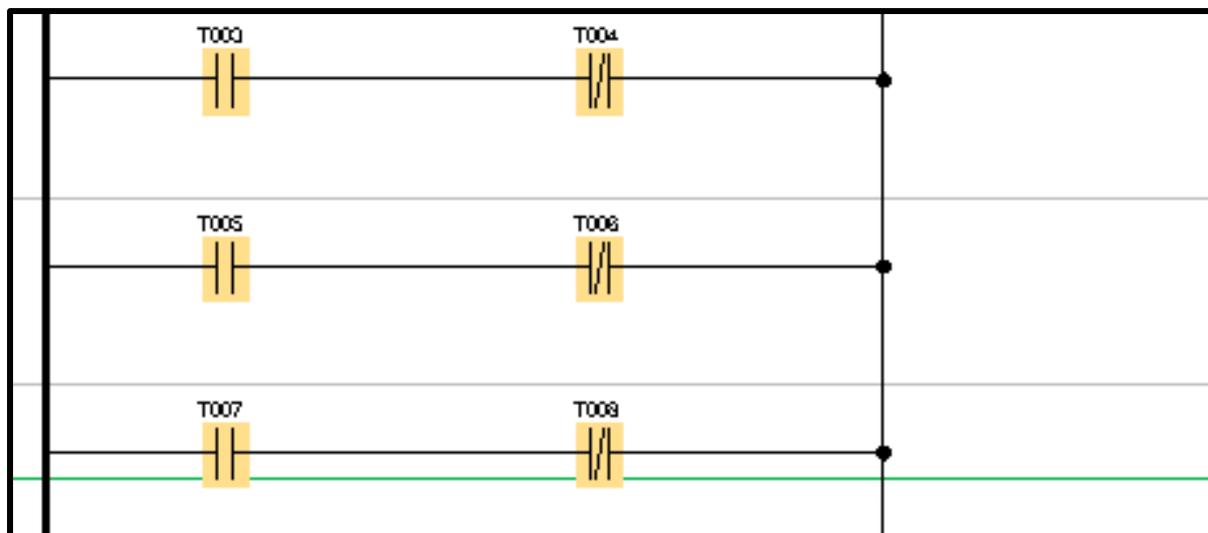
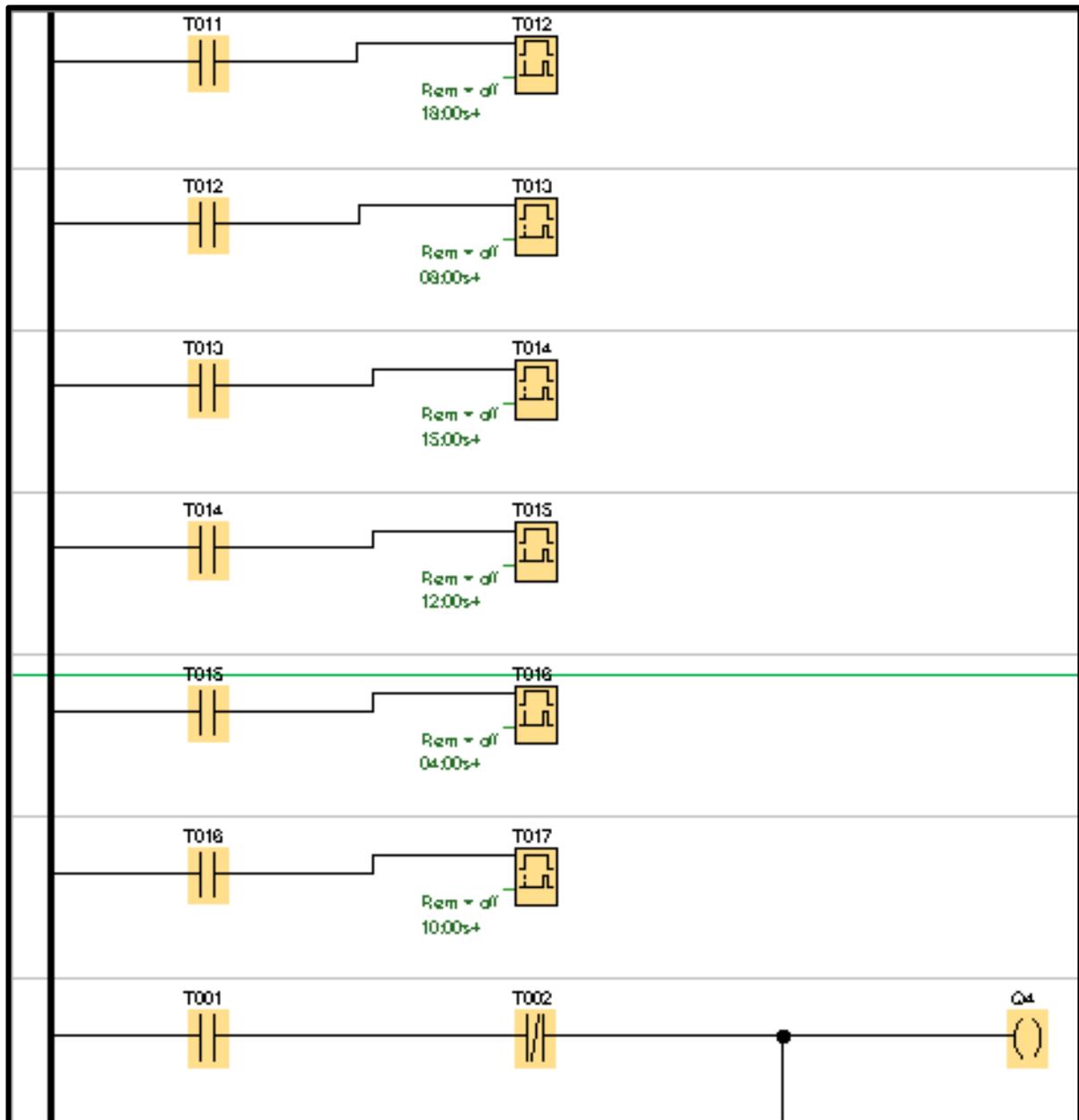
**PISO N° 2 - AULA 203**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**

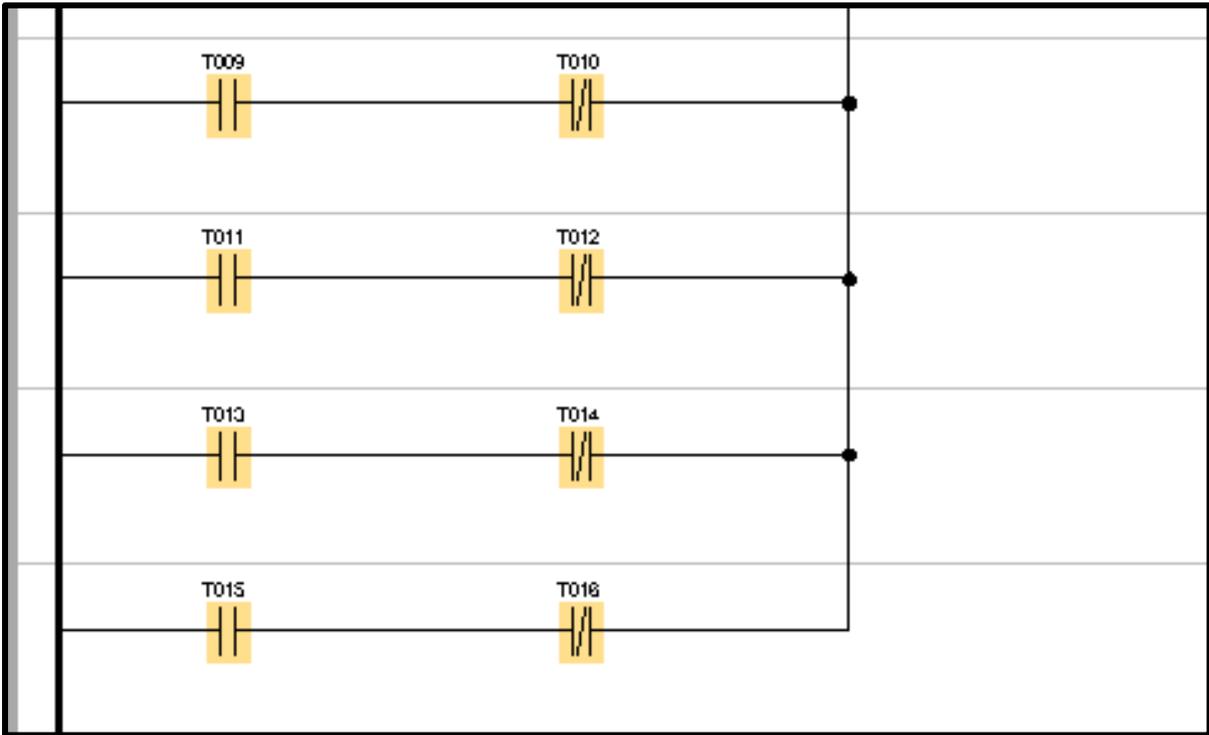




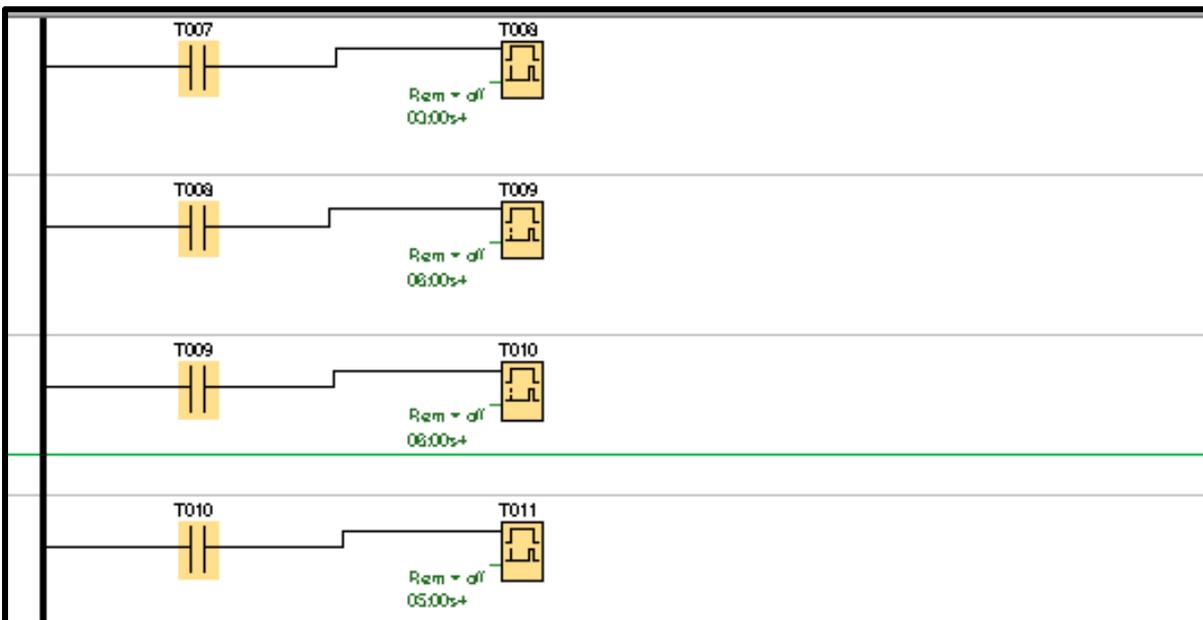
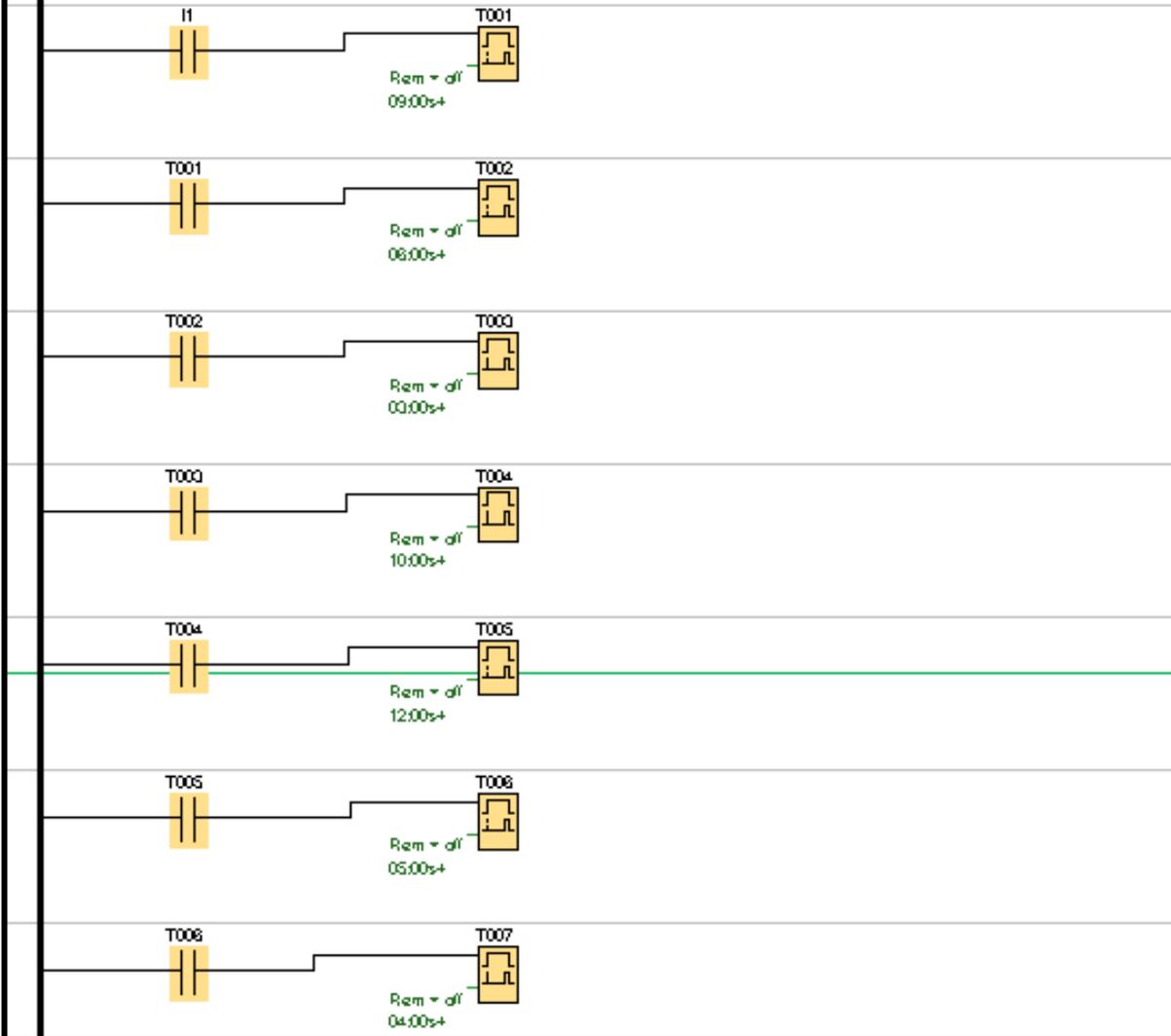
PISO N° 2 - AULA 204  
PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR

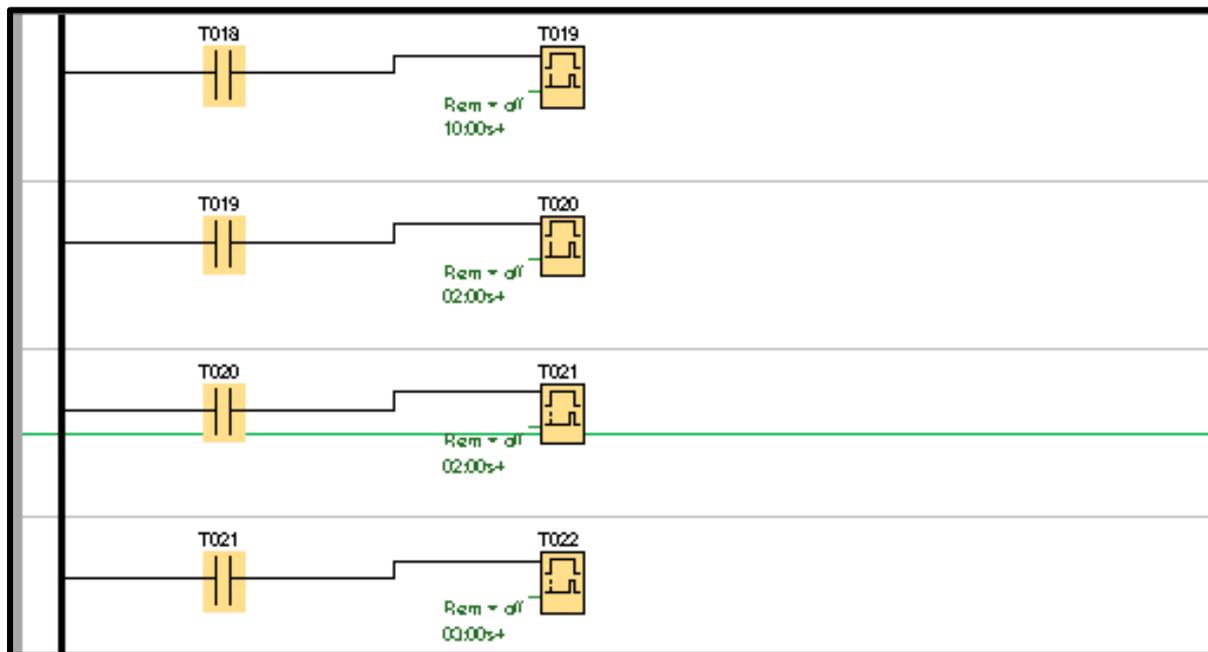
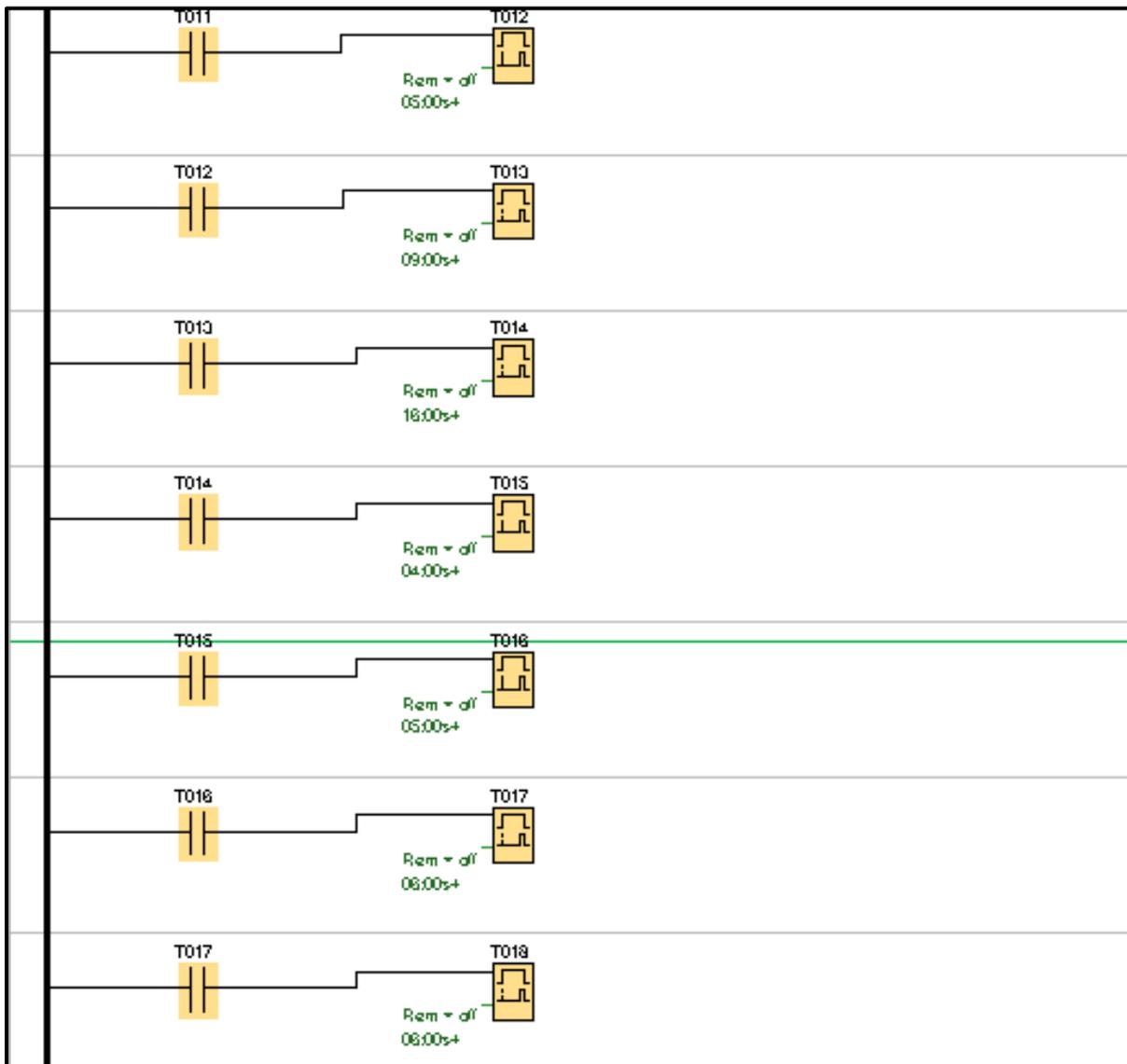


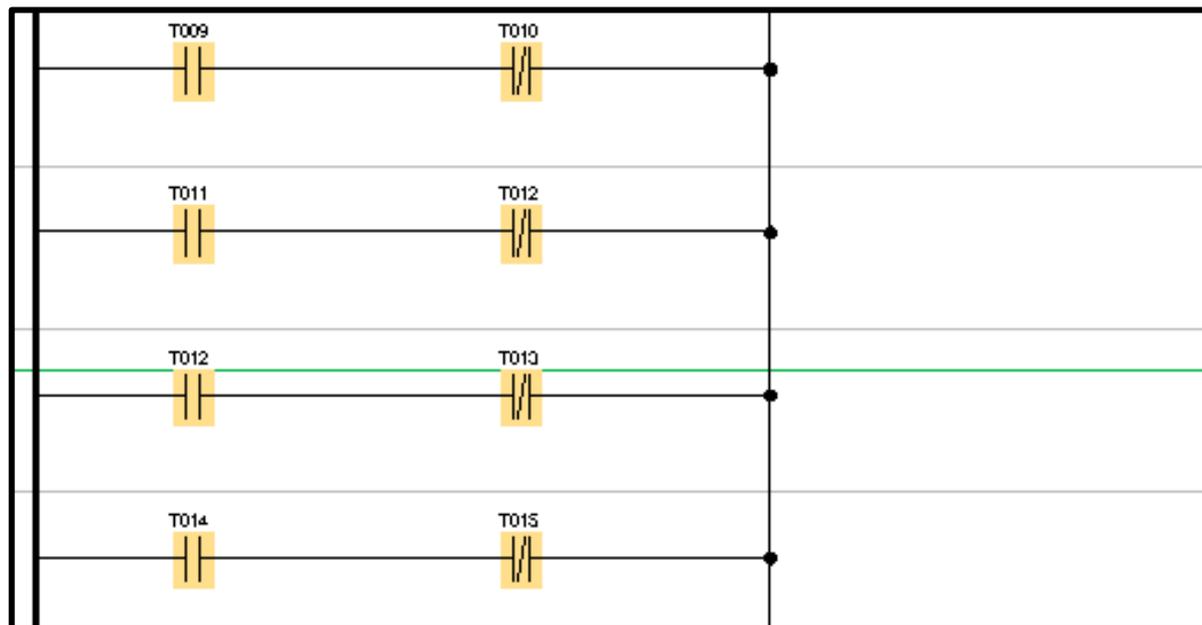
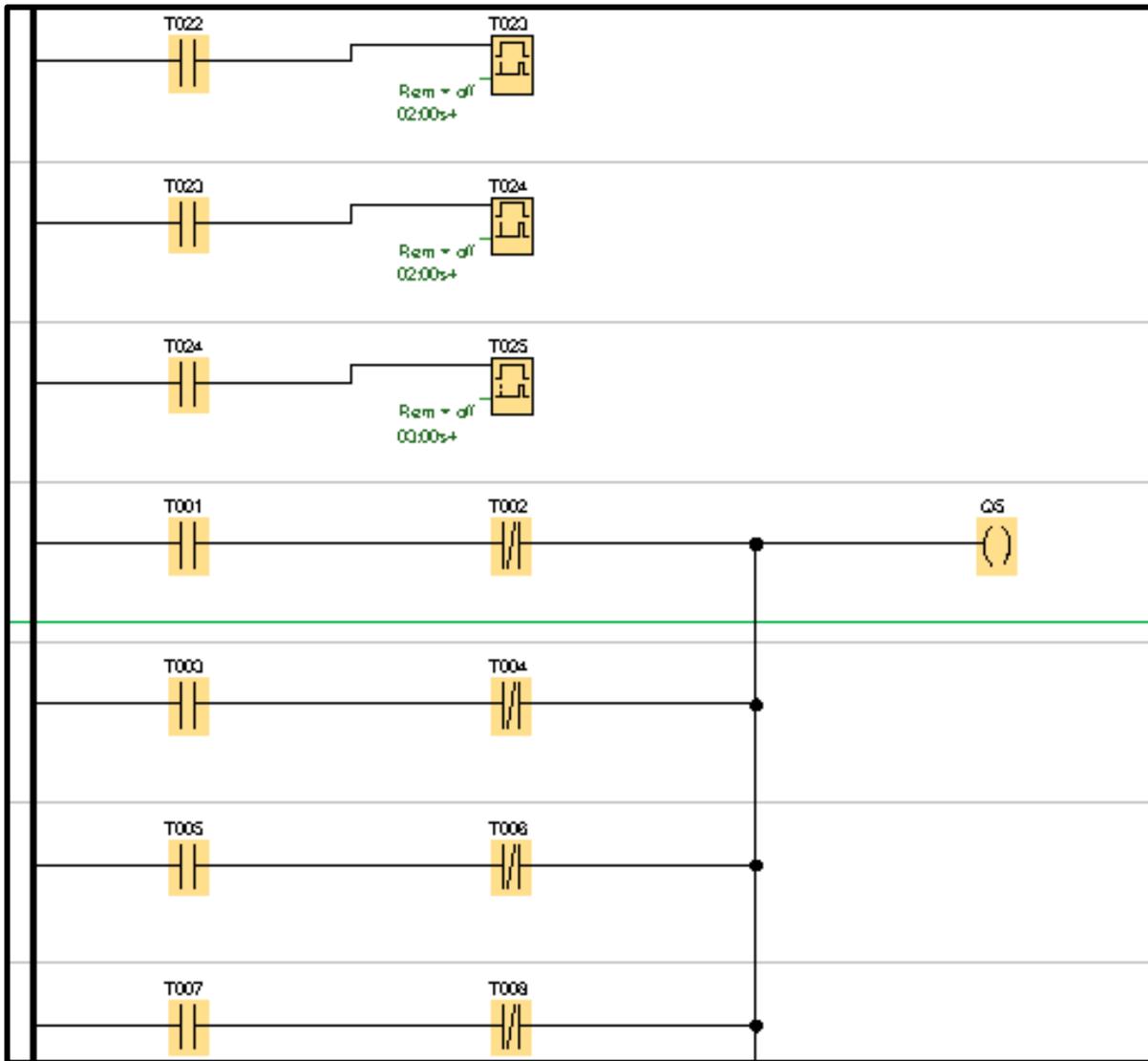


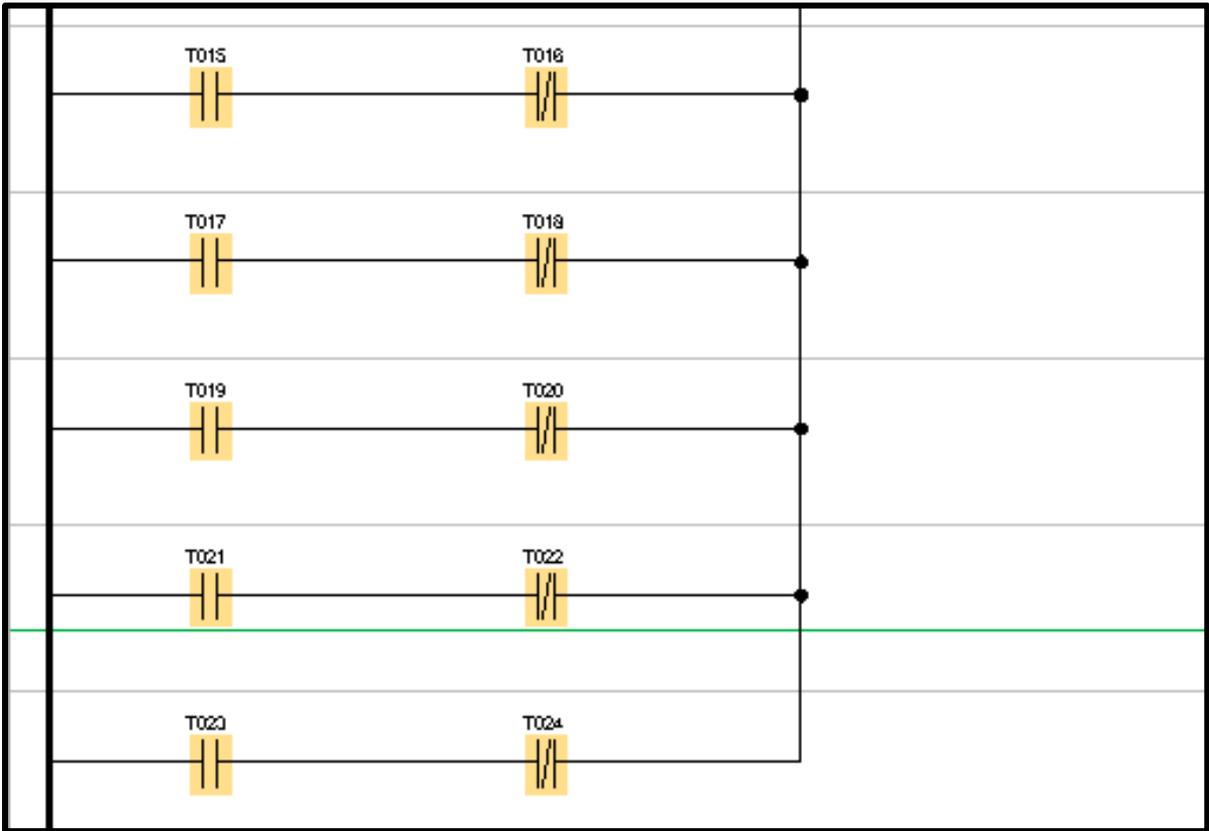


**PISO N° 2 - AULA 205**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**

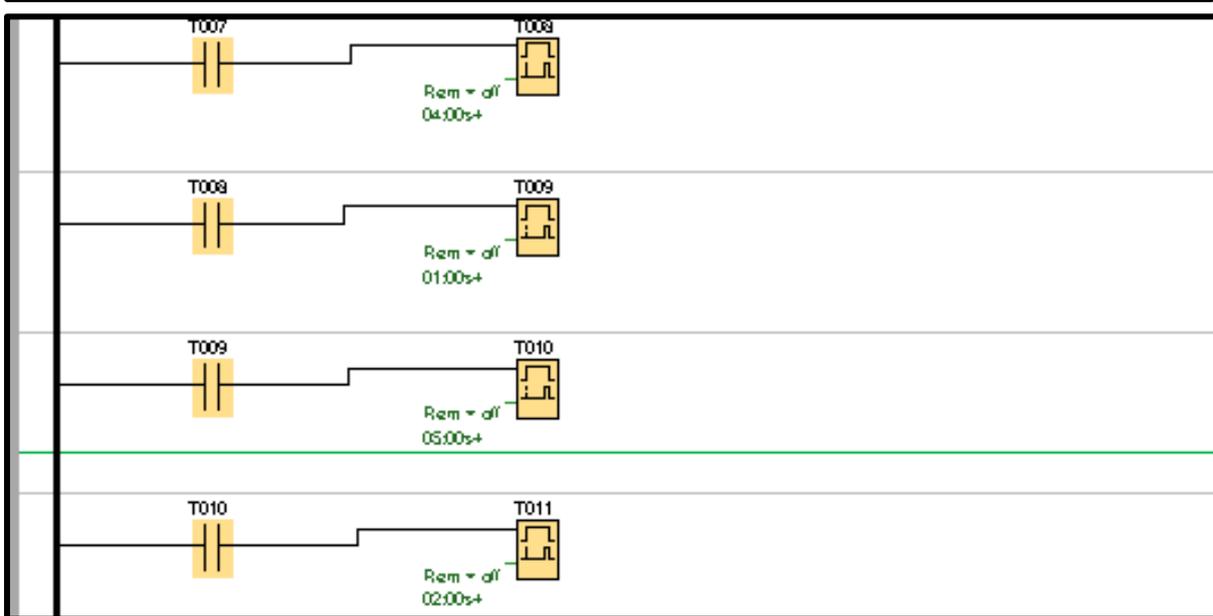
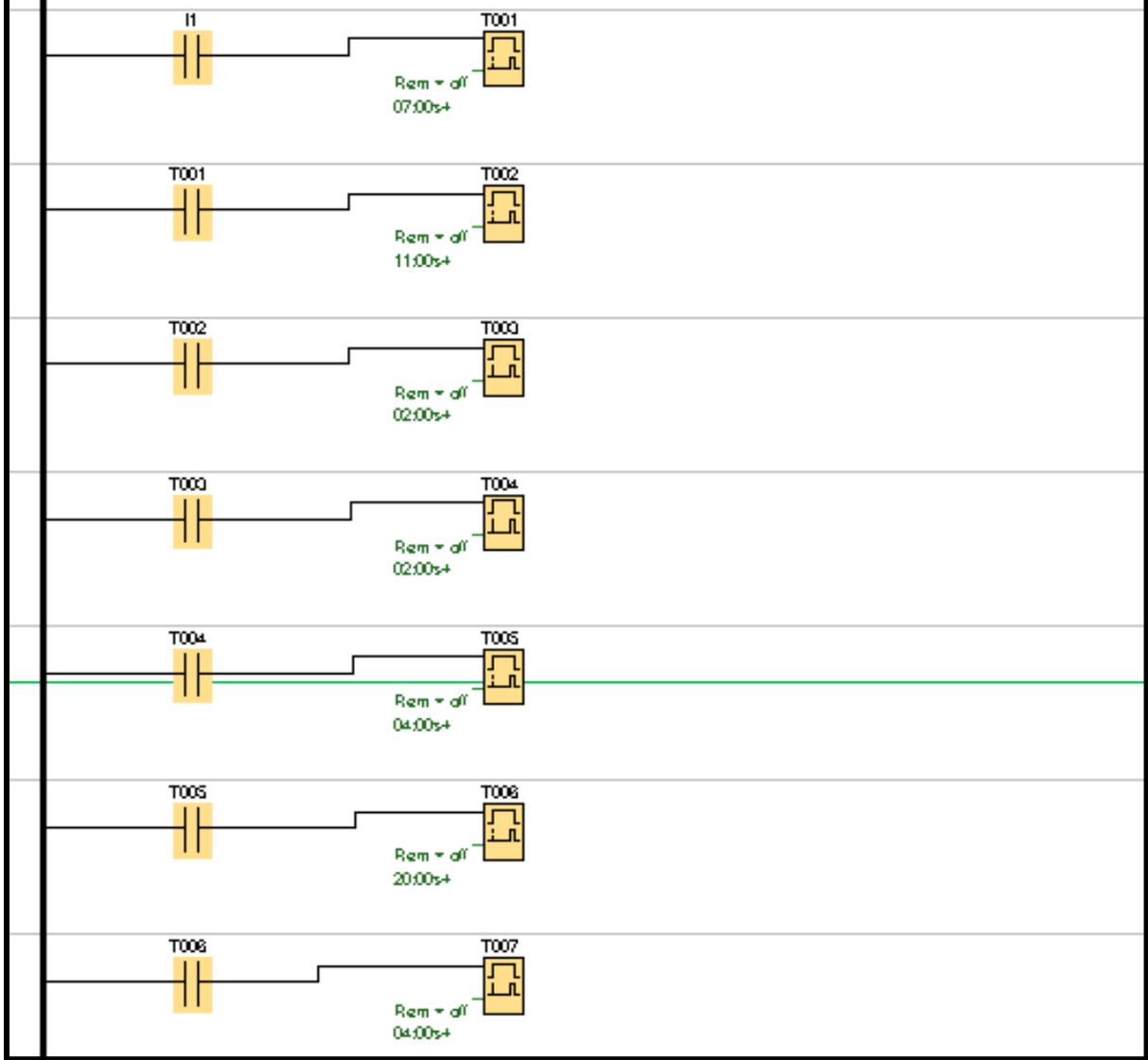


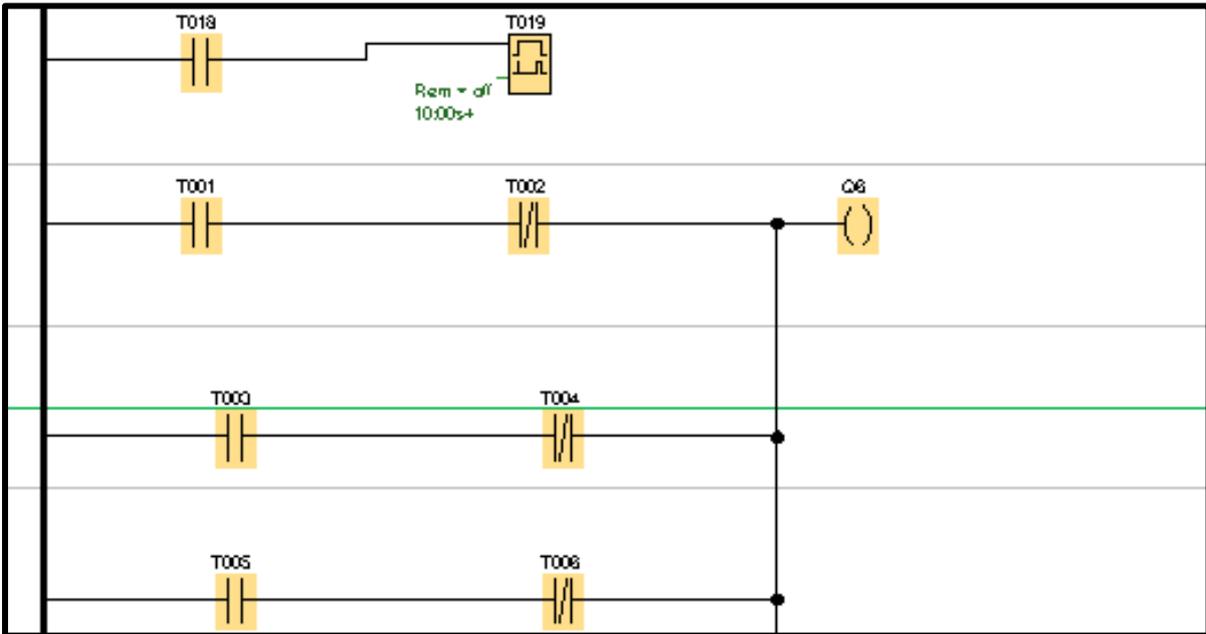


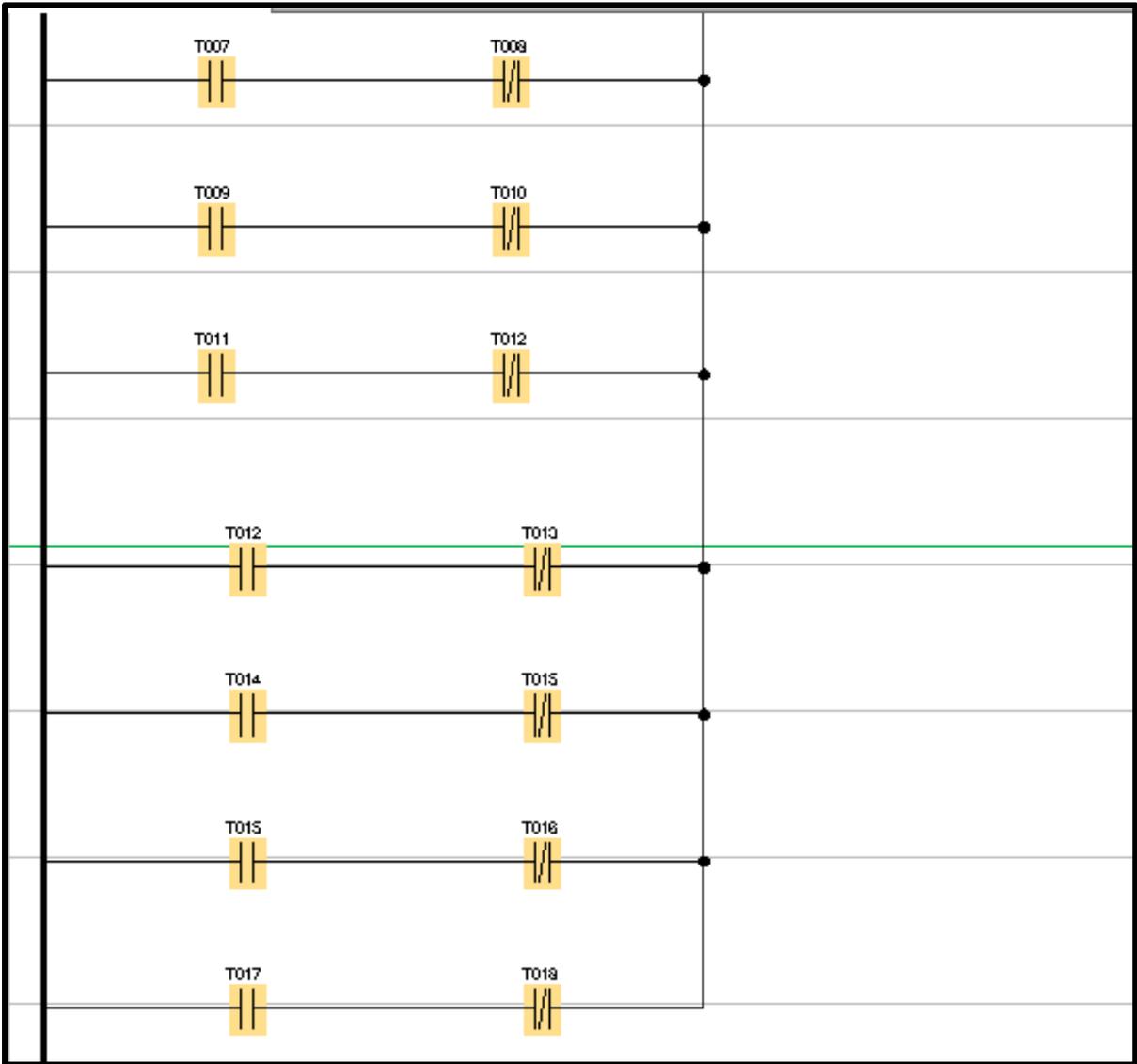




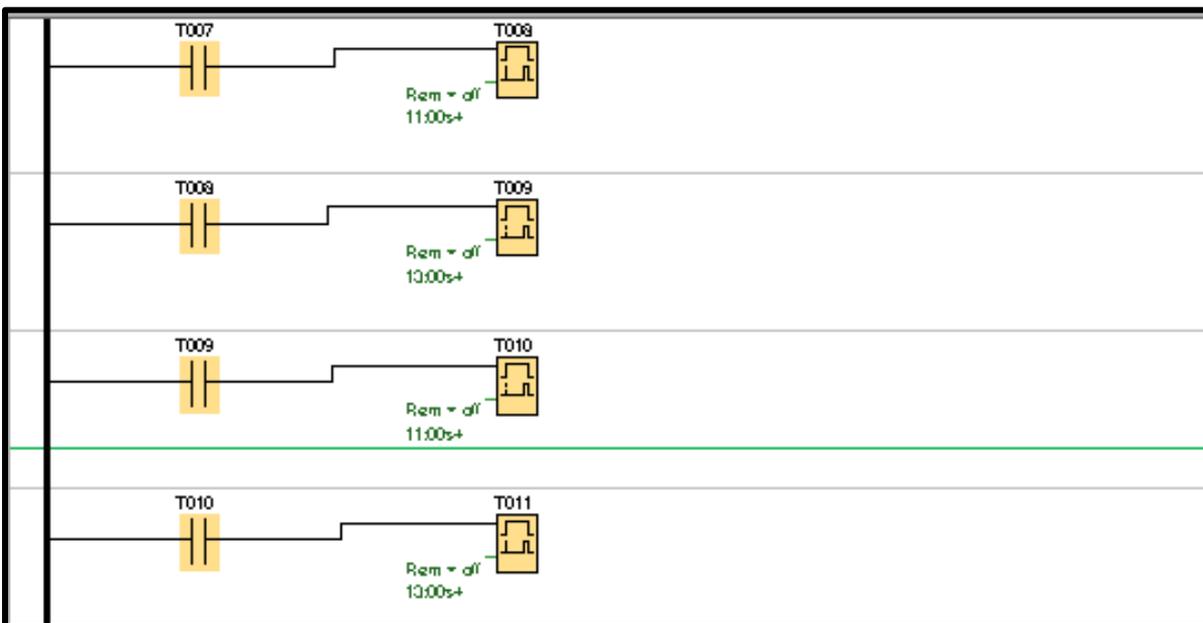
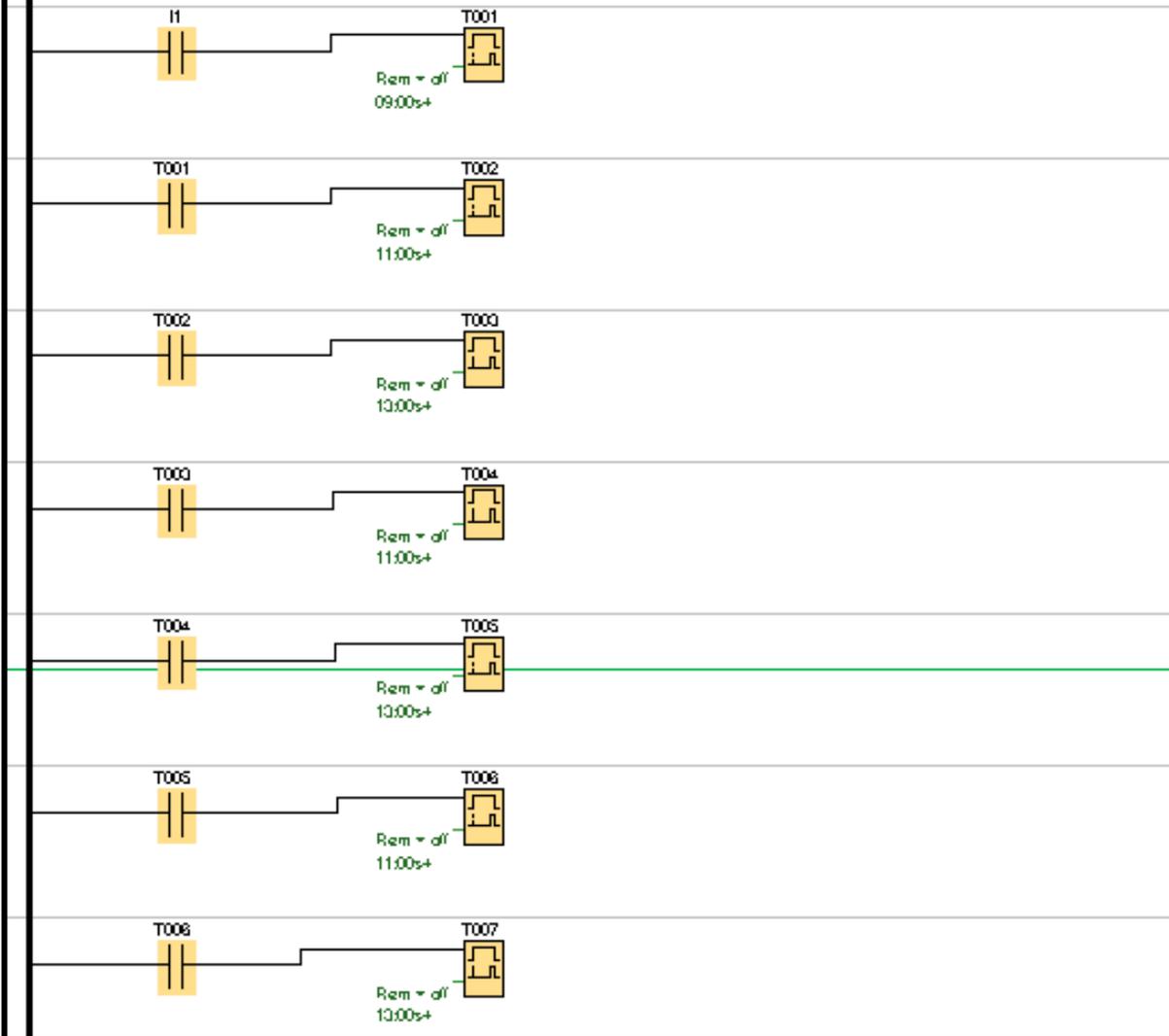
**PISO N° 2 - AULA 206**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**

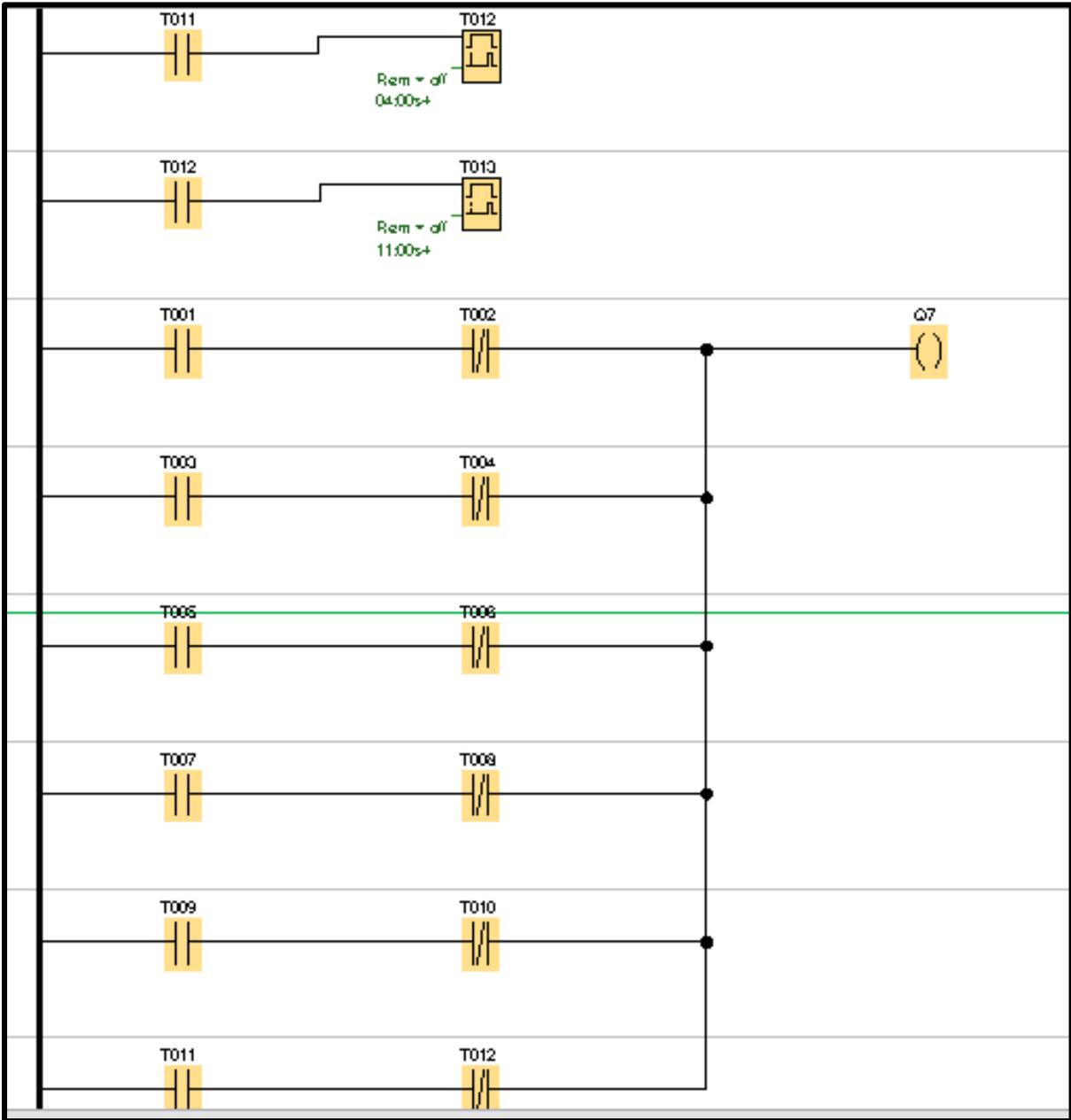




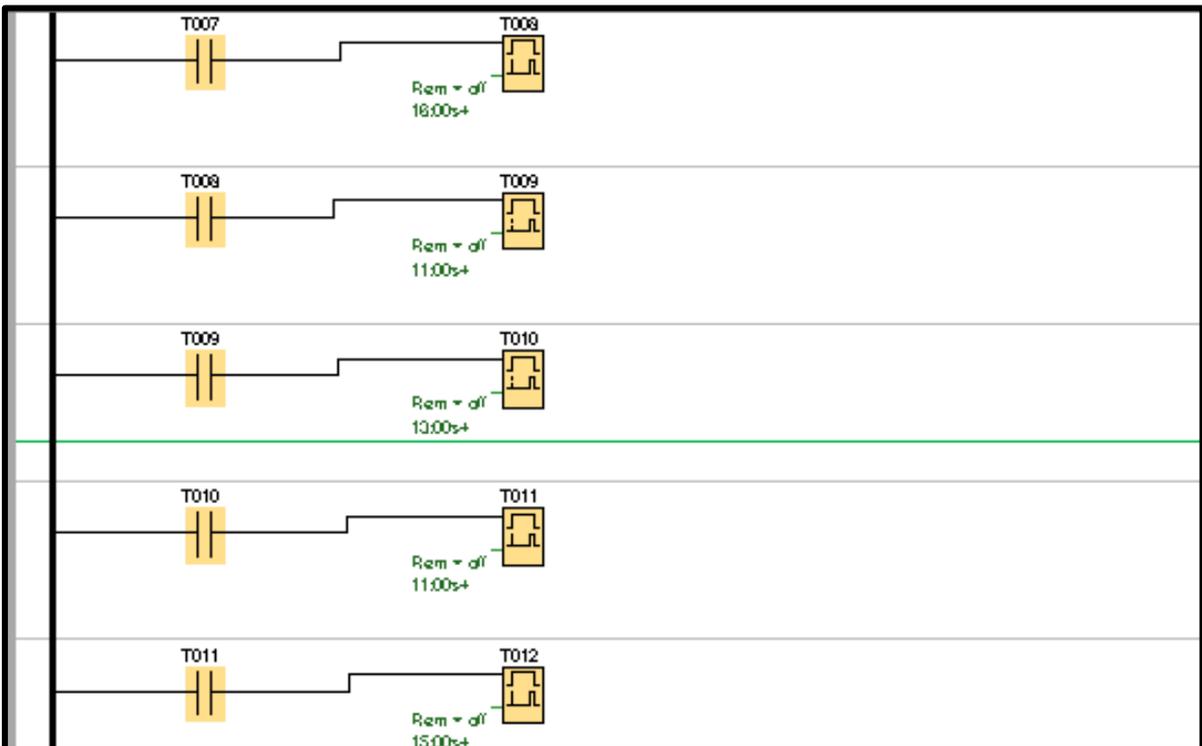
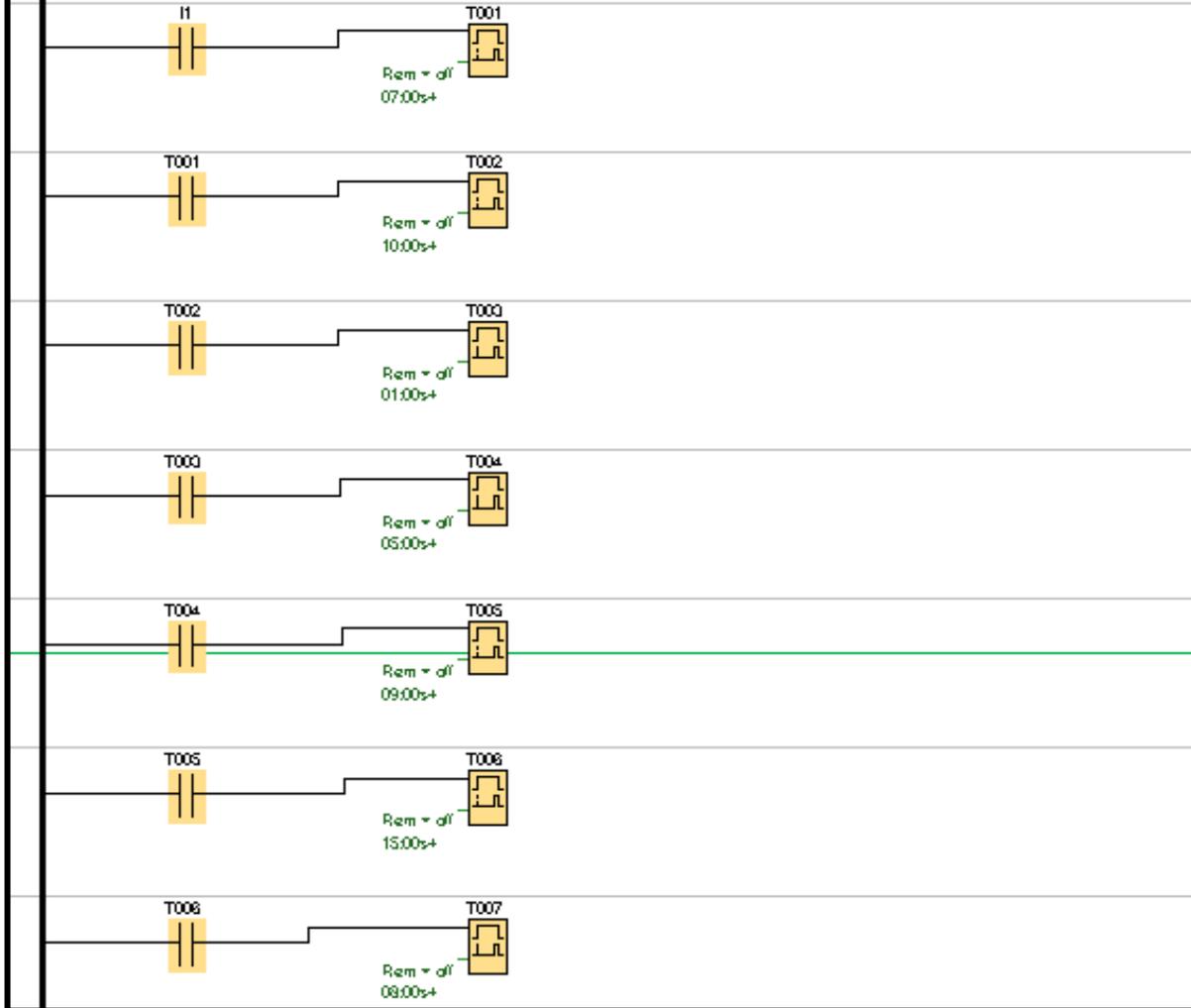


**PISO N° 2 - 201 - EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**



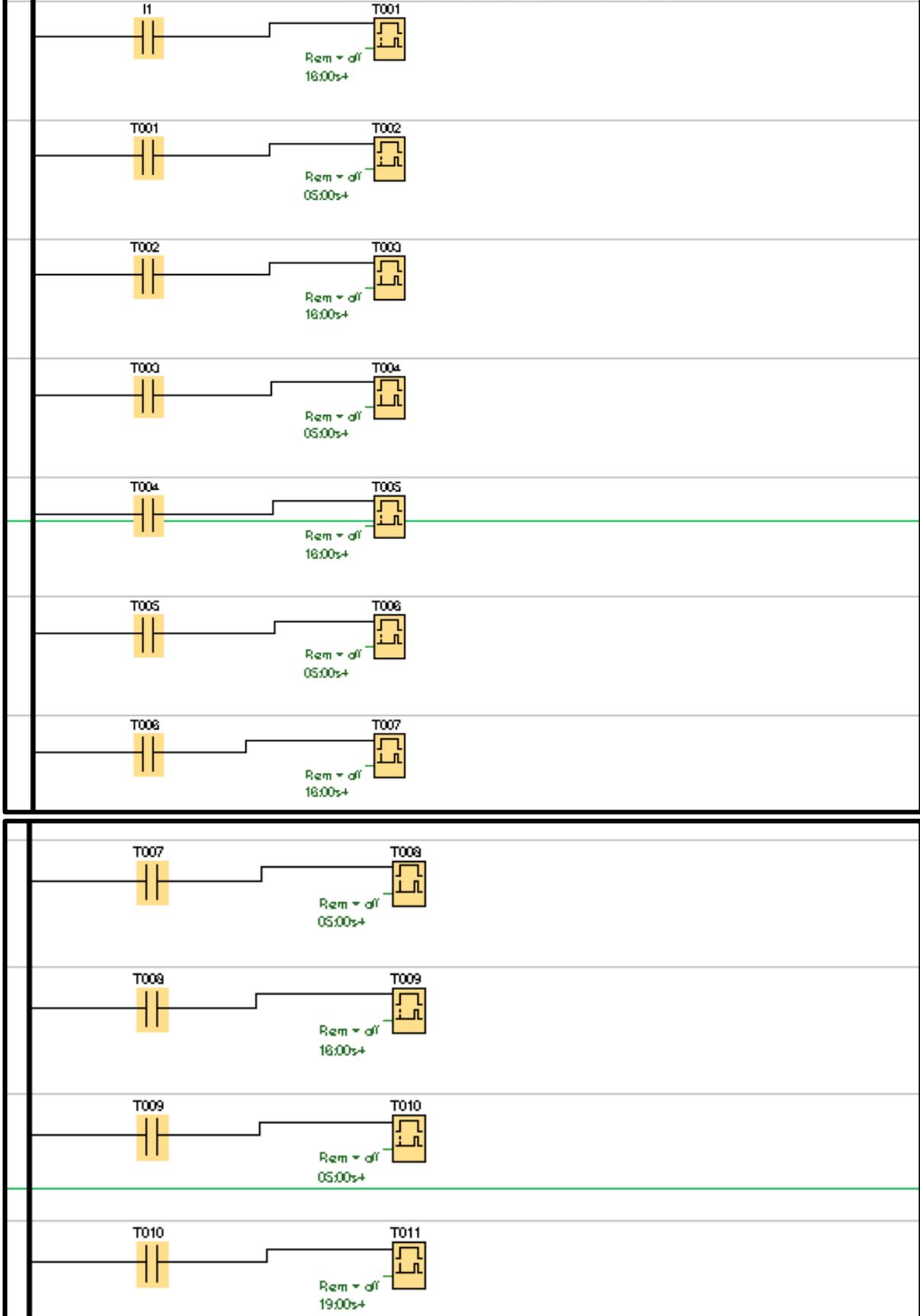


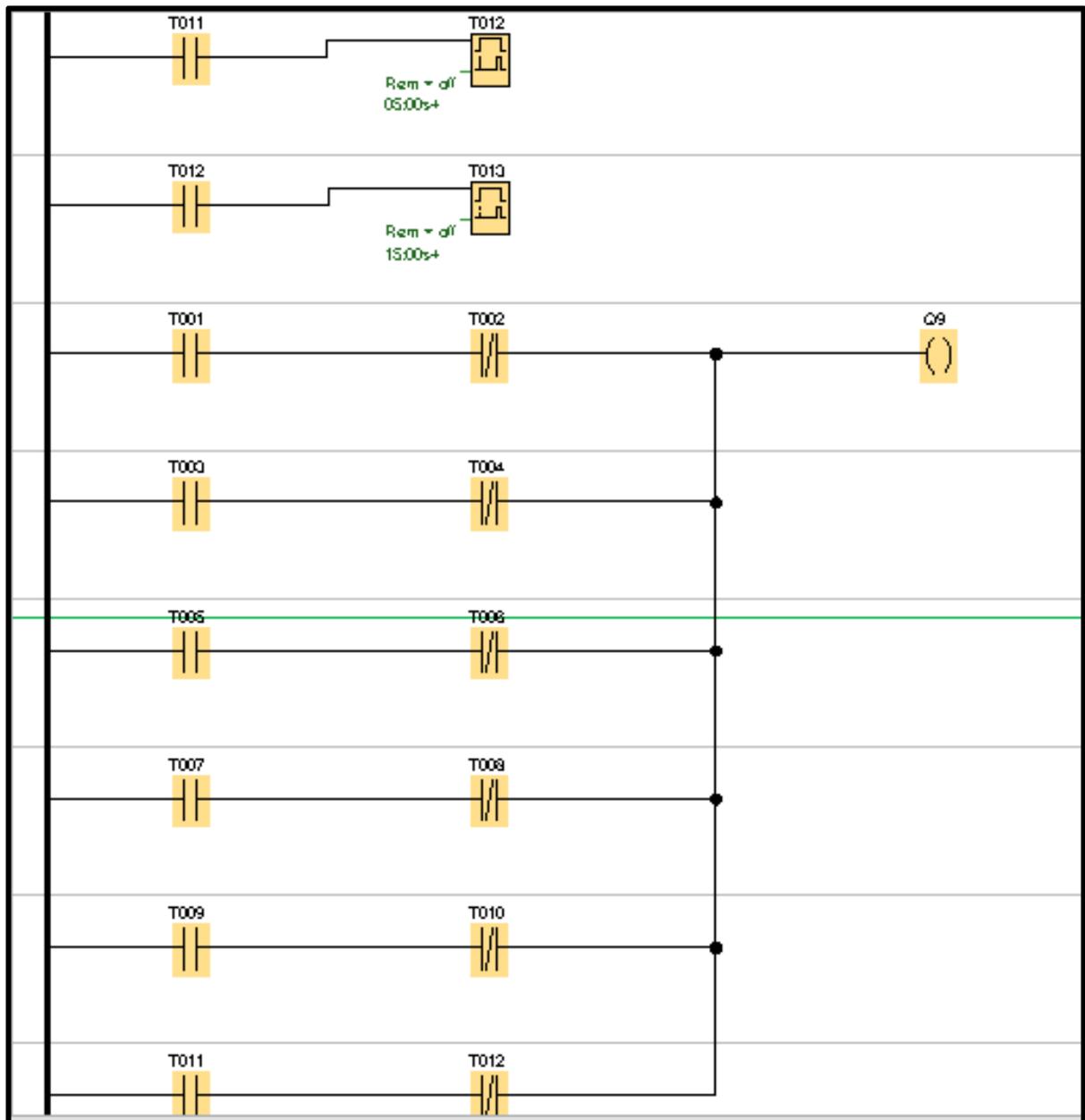
**PISO N° 2 - AULA 202 -EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**



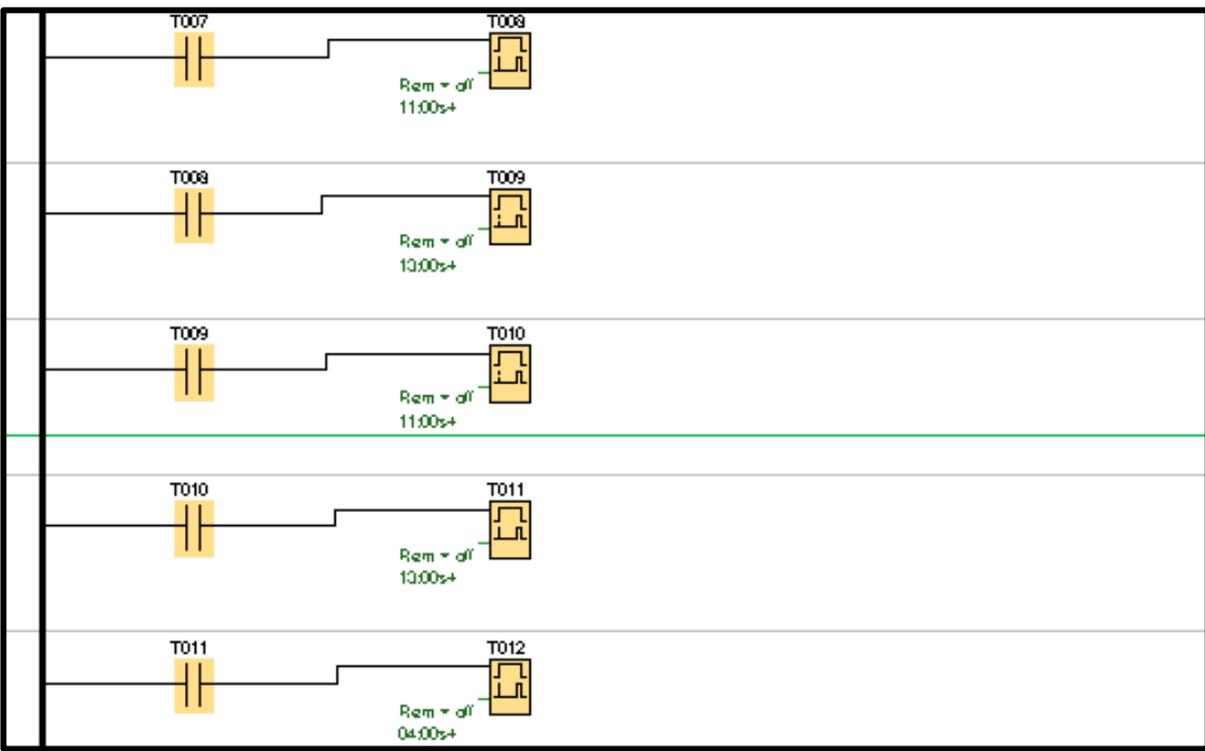
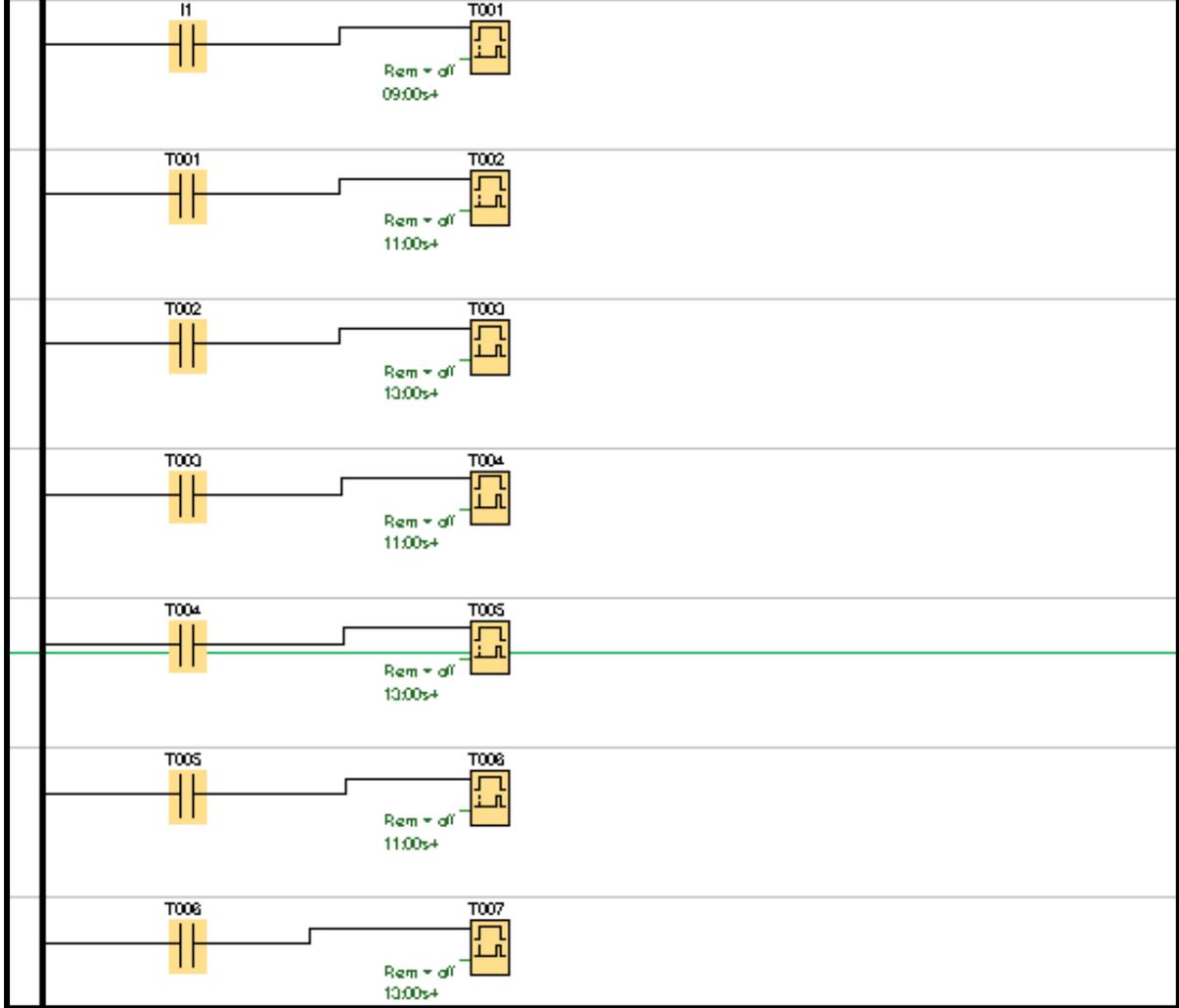


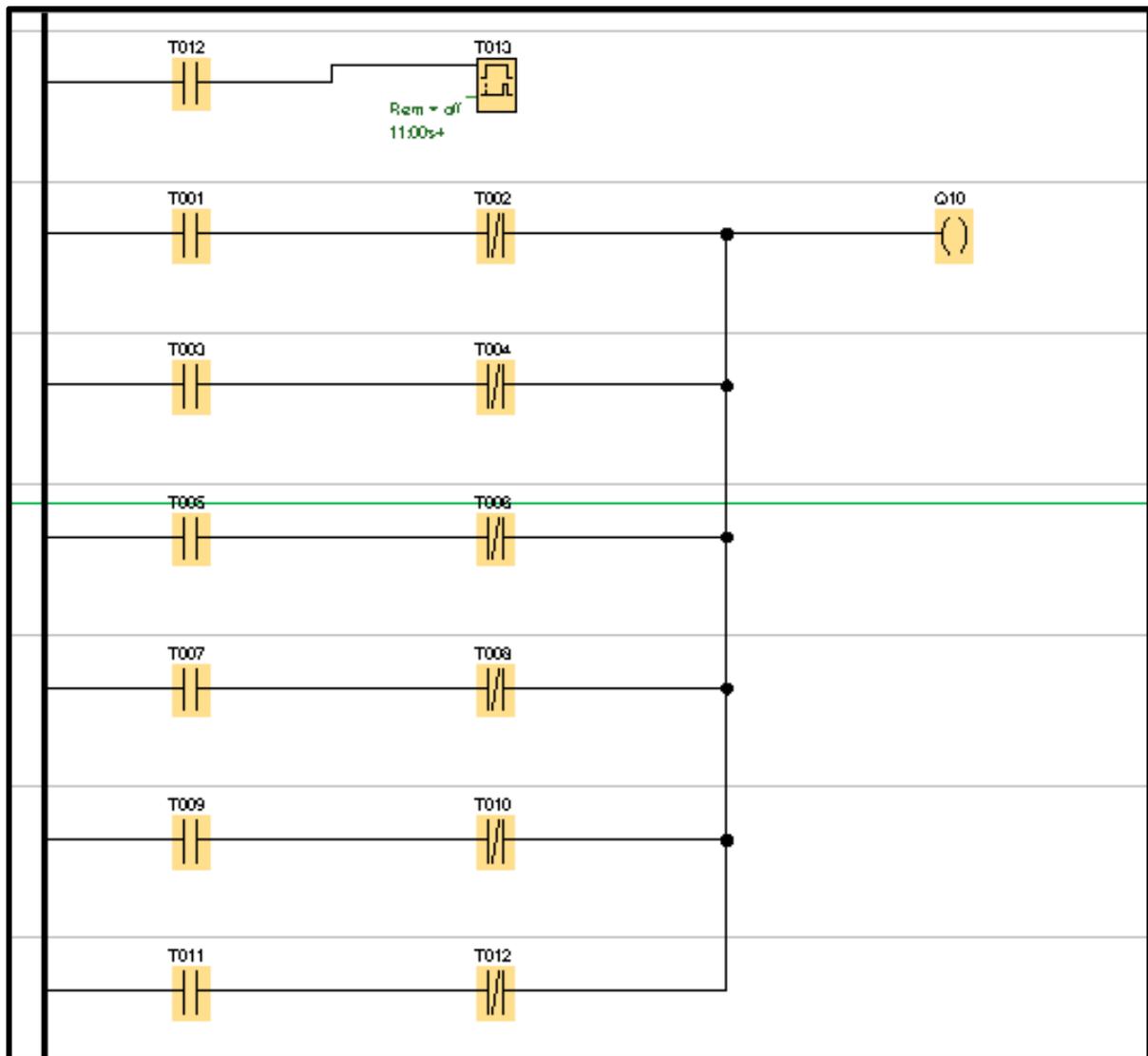
**PISO N° 2 - AULA 203 - EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**



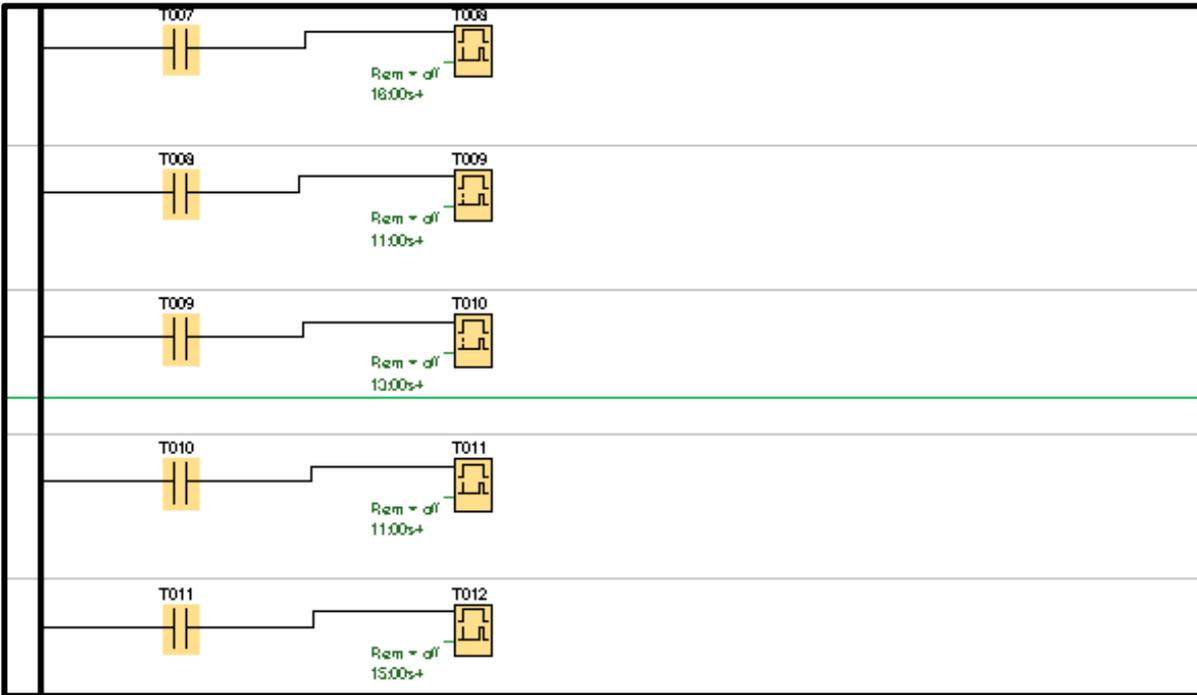
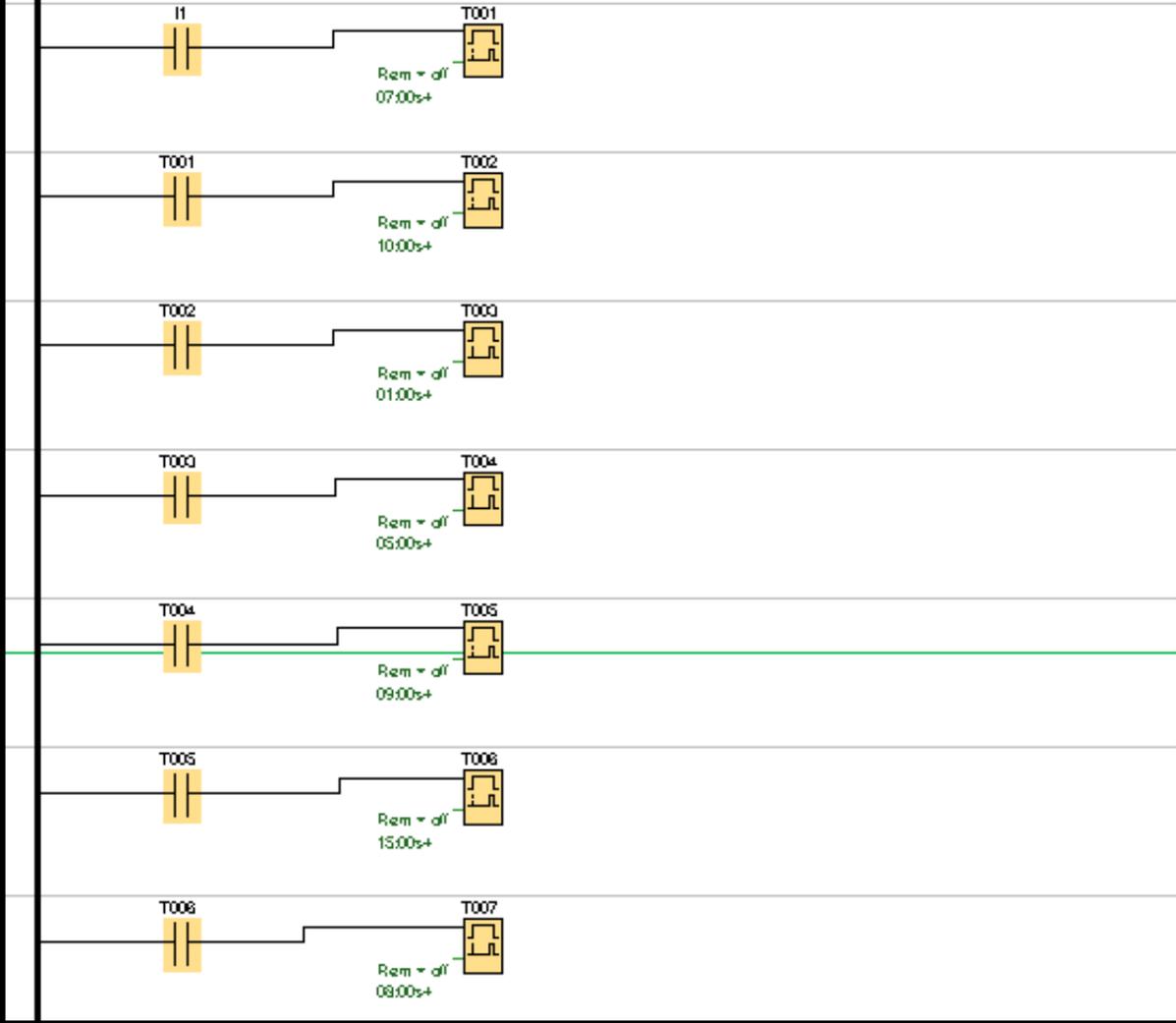


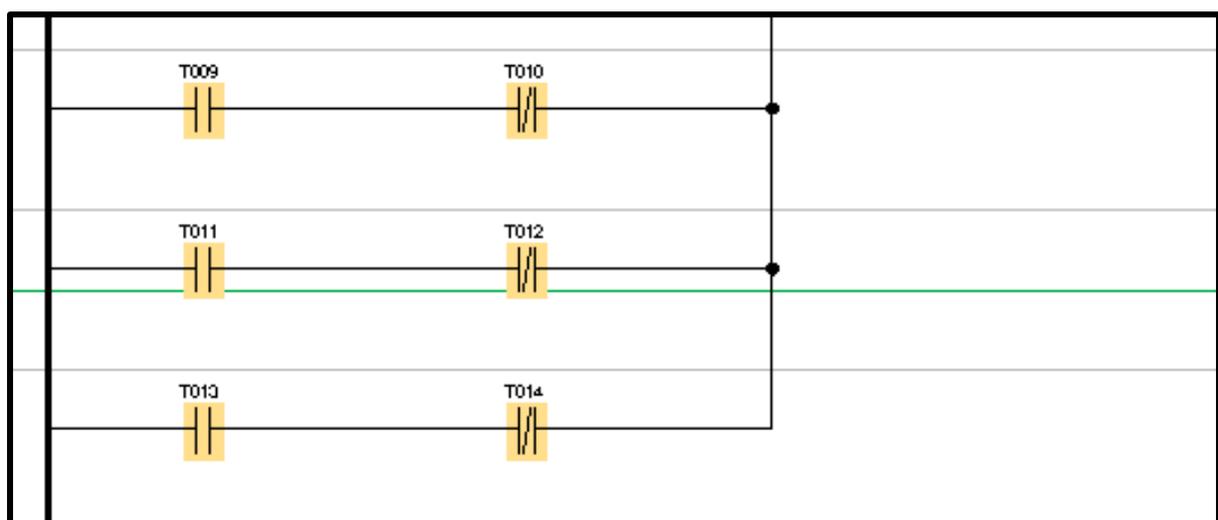
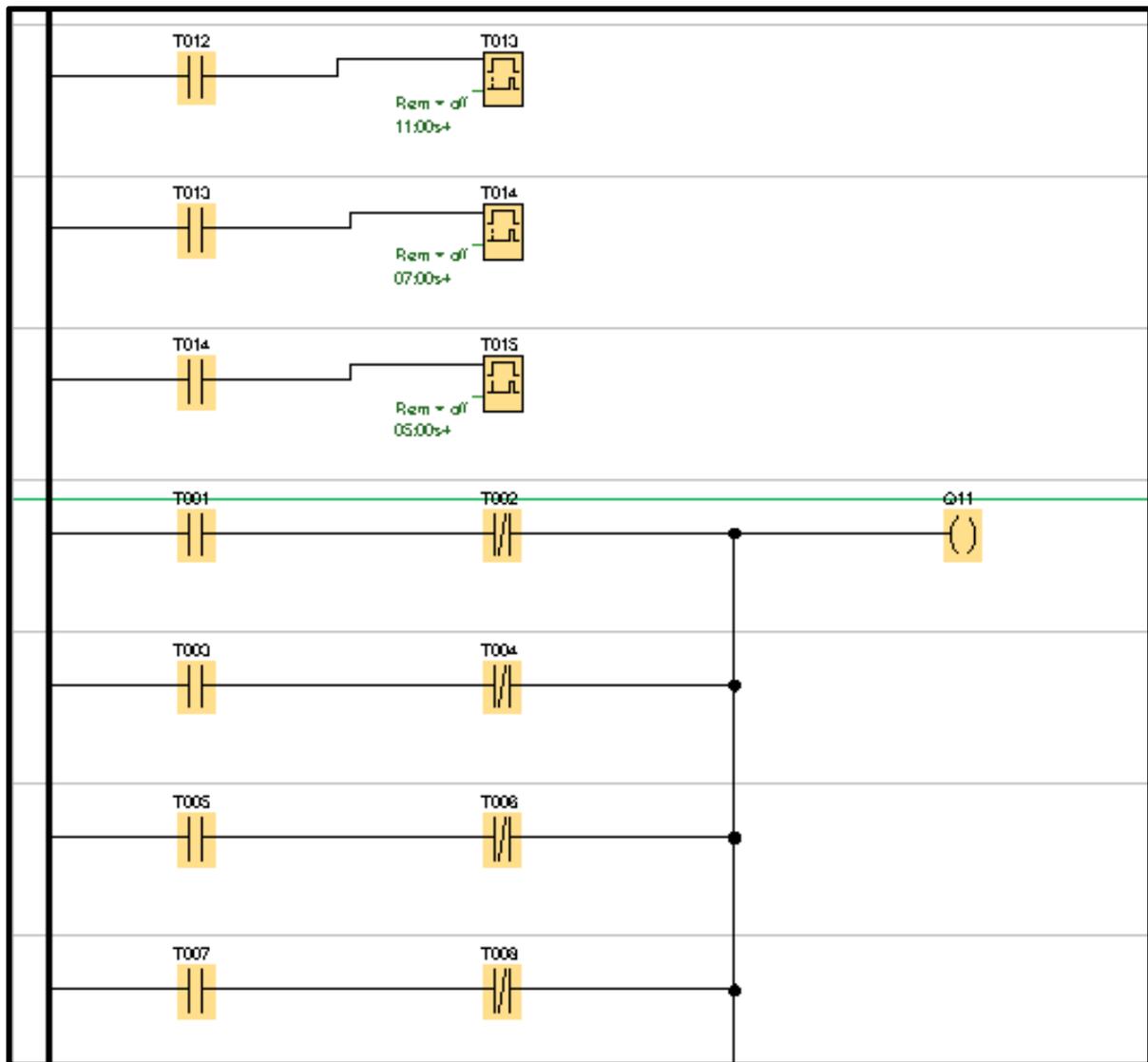
**PISO N° 2 - AULA 204 - EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**



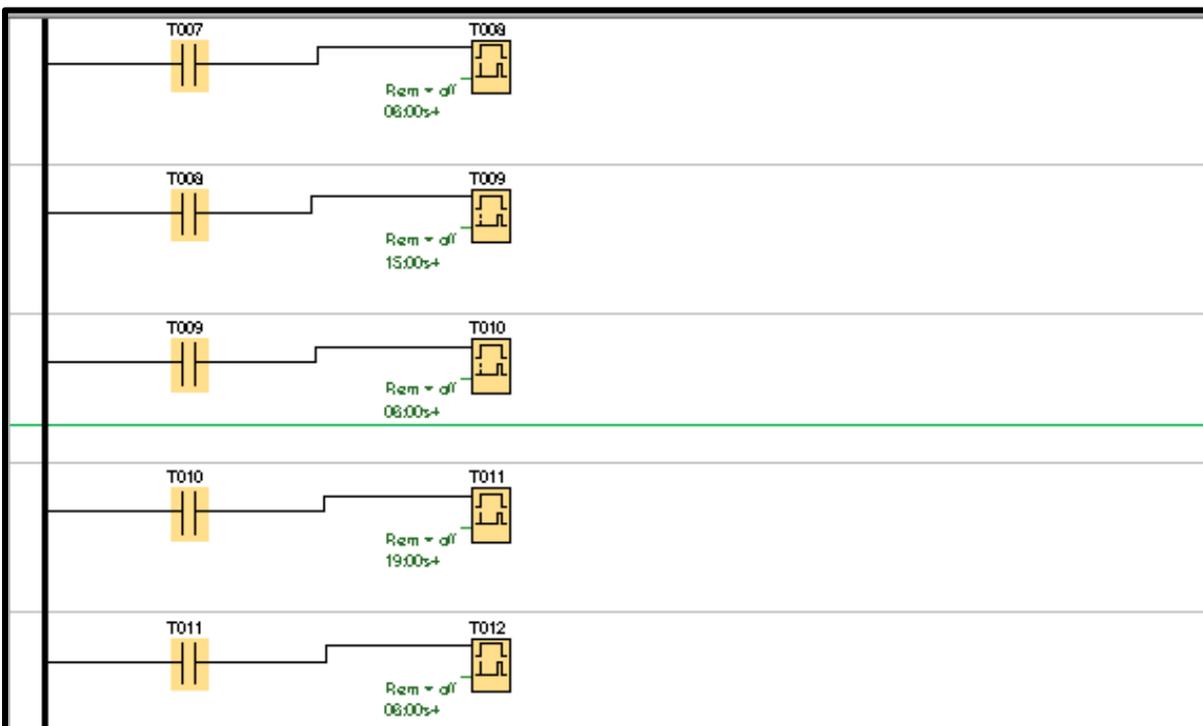
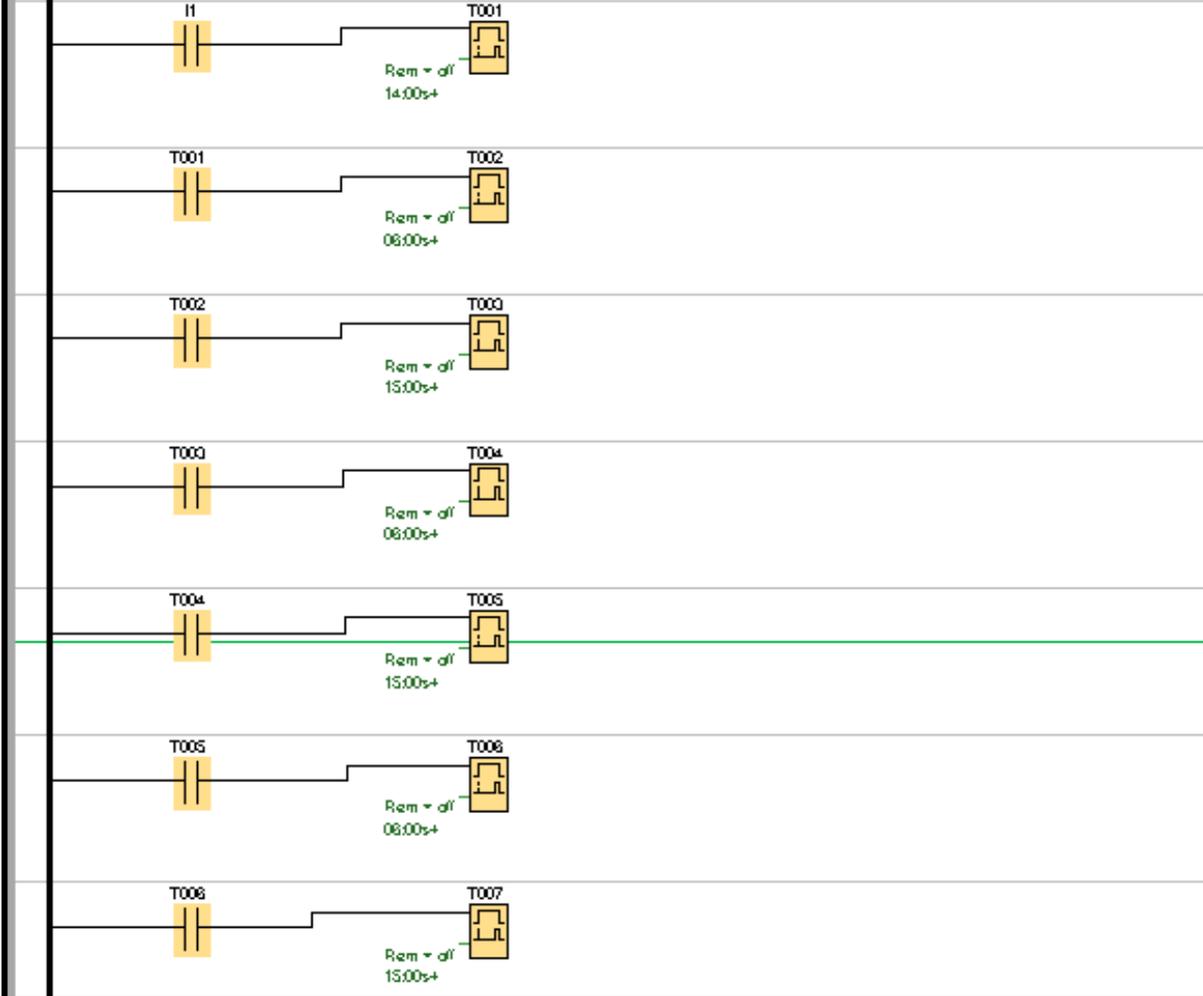


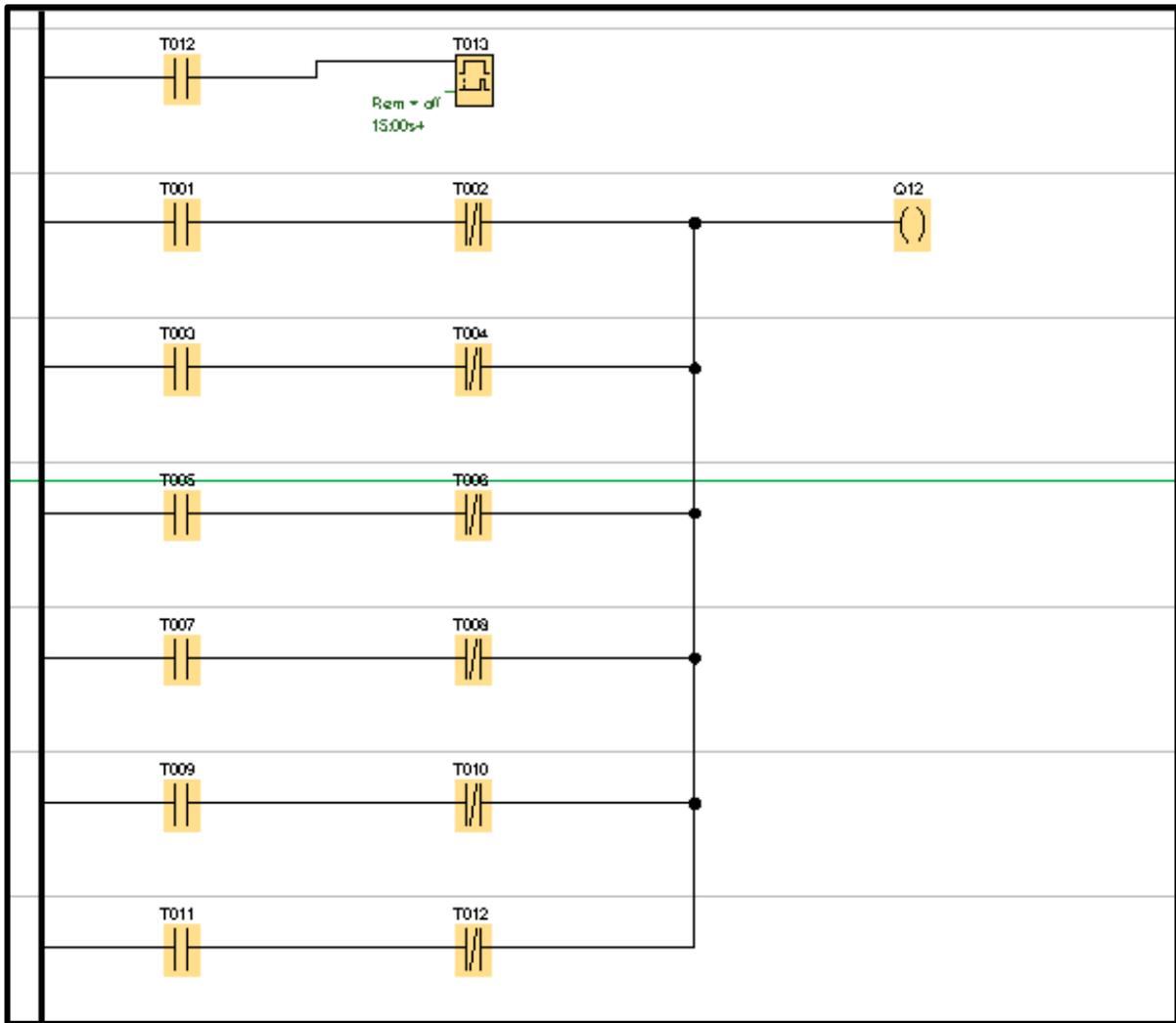
**PISO N° 2 - AULA 205 -EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**



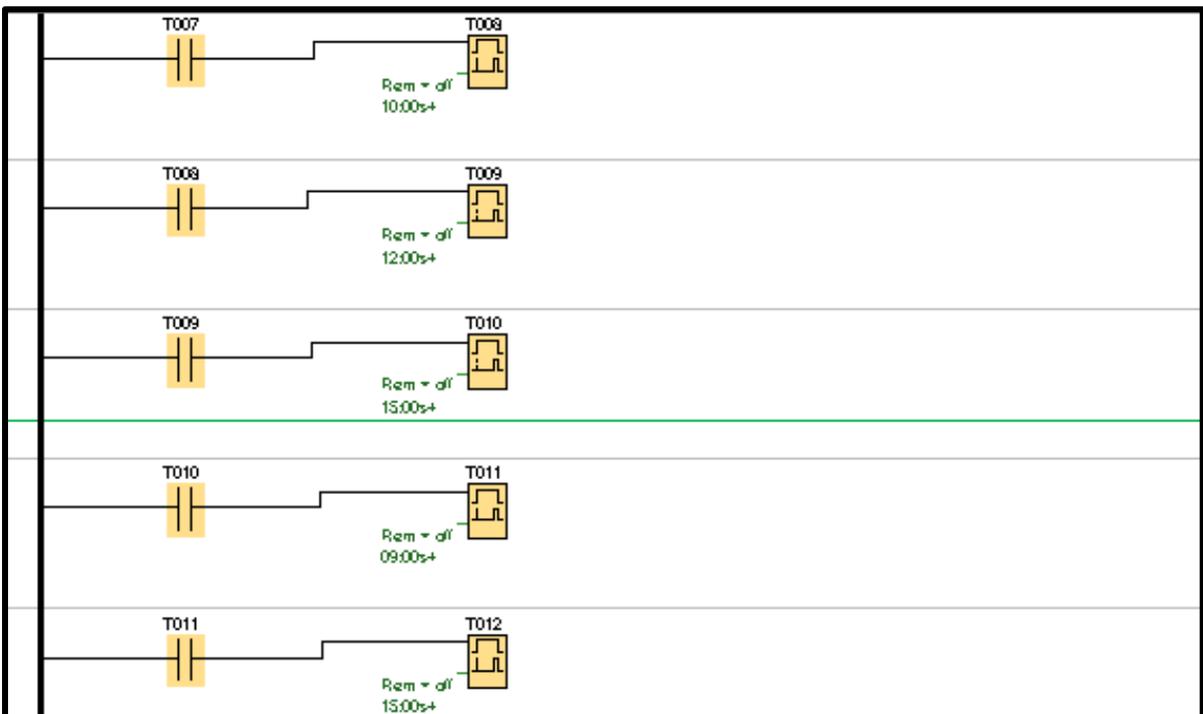
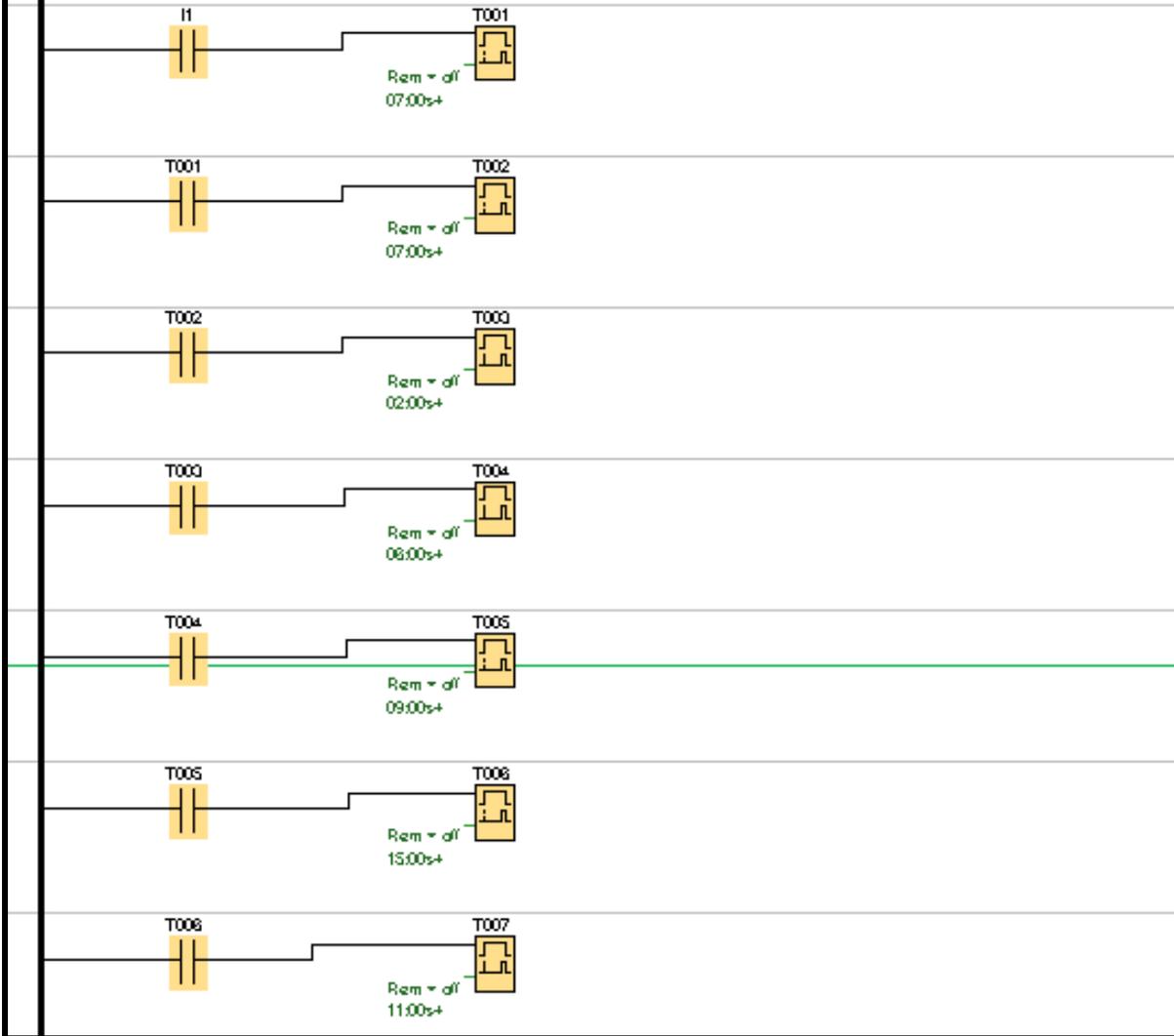


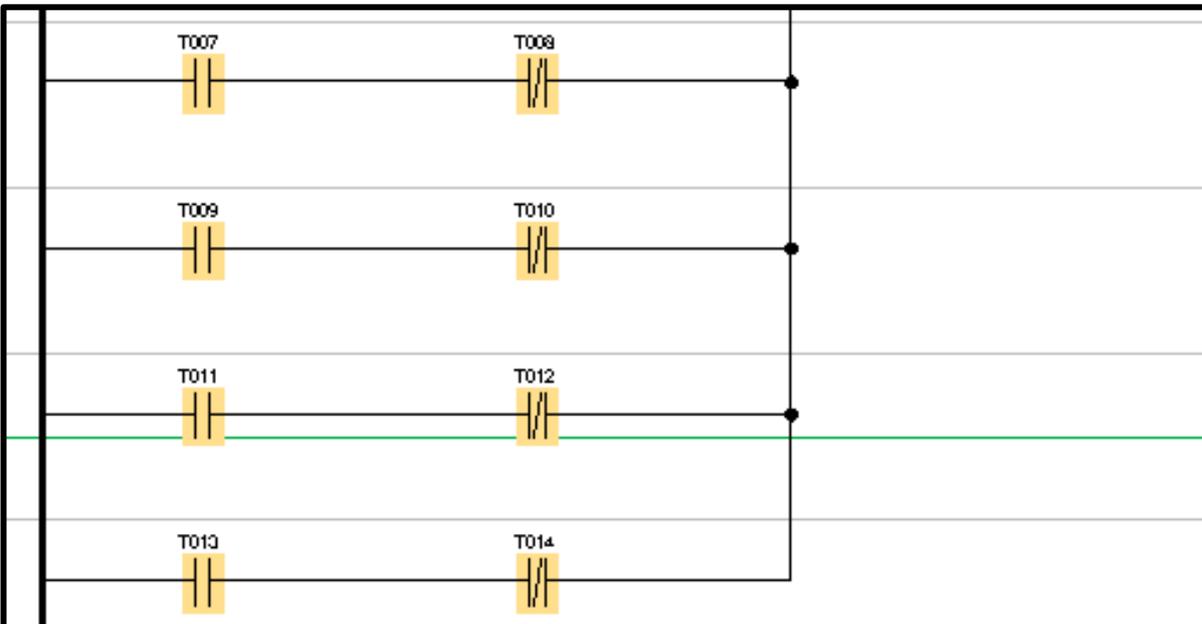
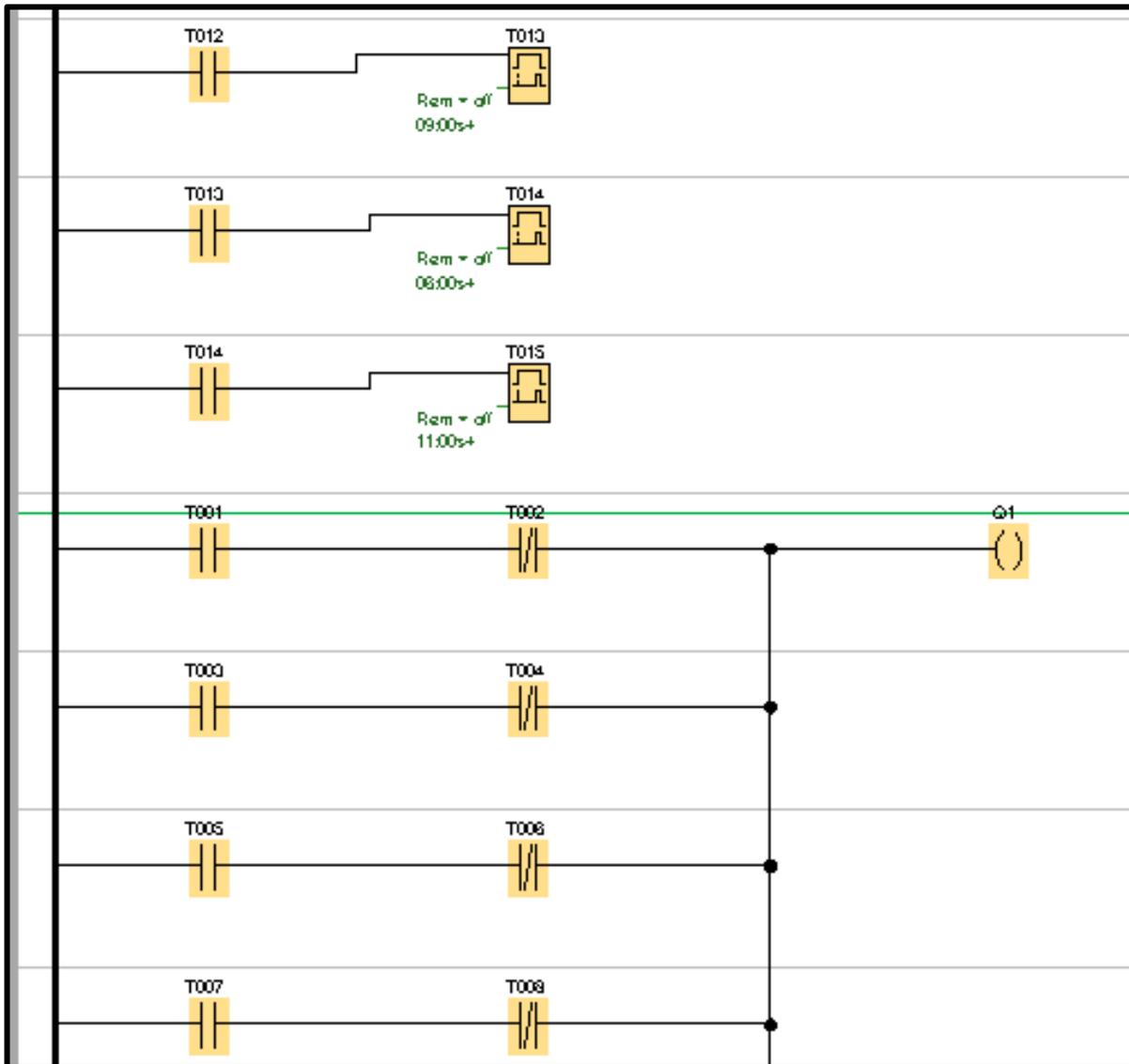
**PISO N° 2 - AULA 206 - EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**



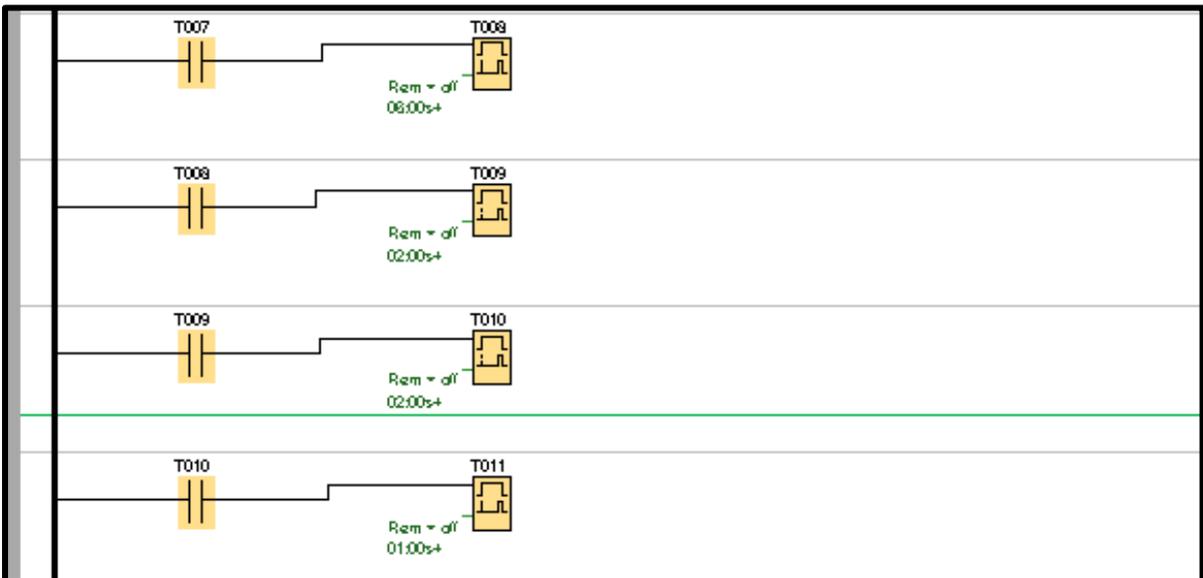
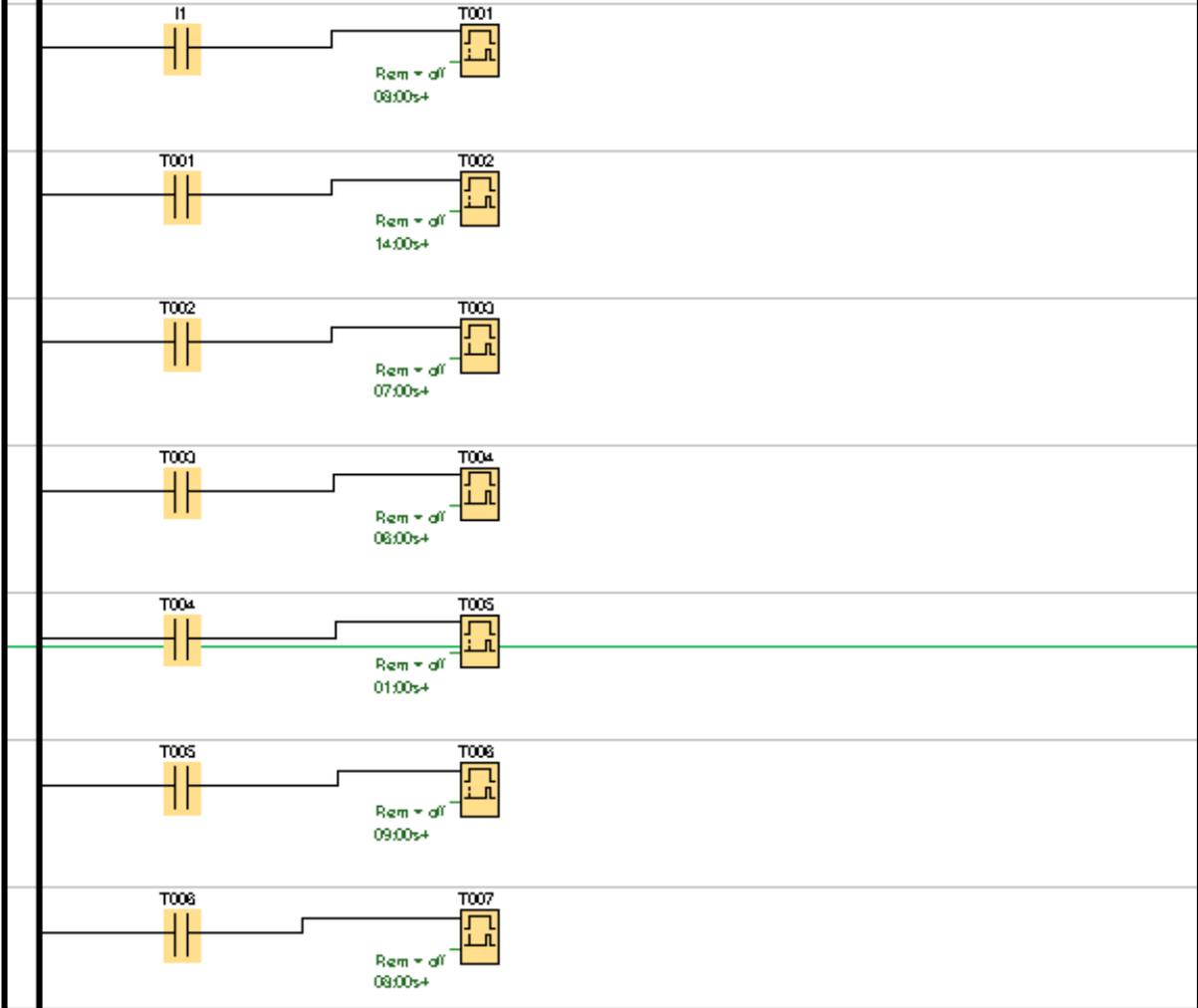


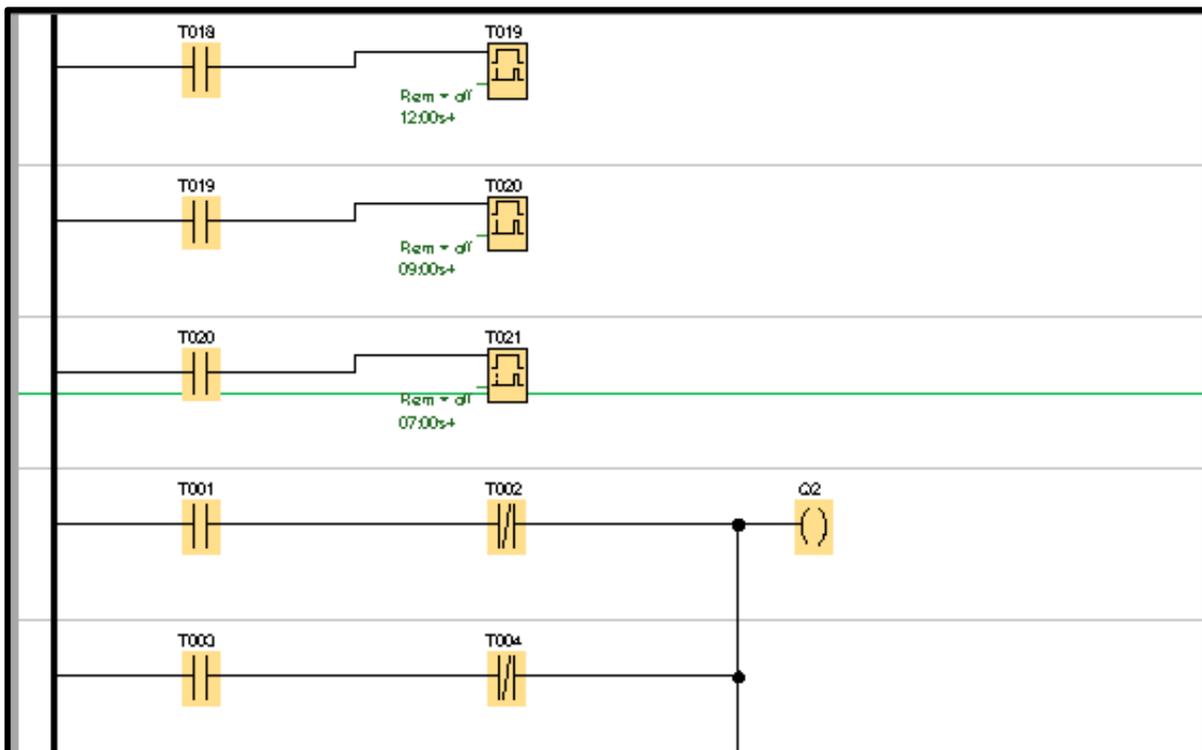
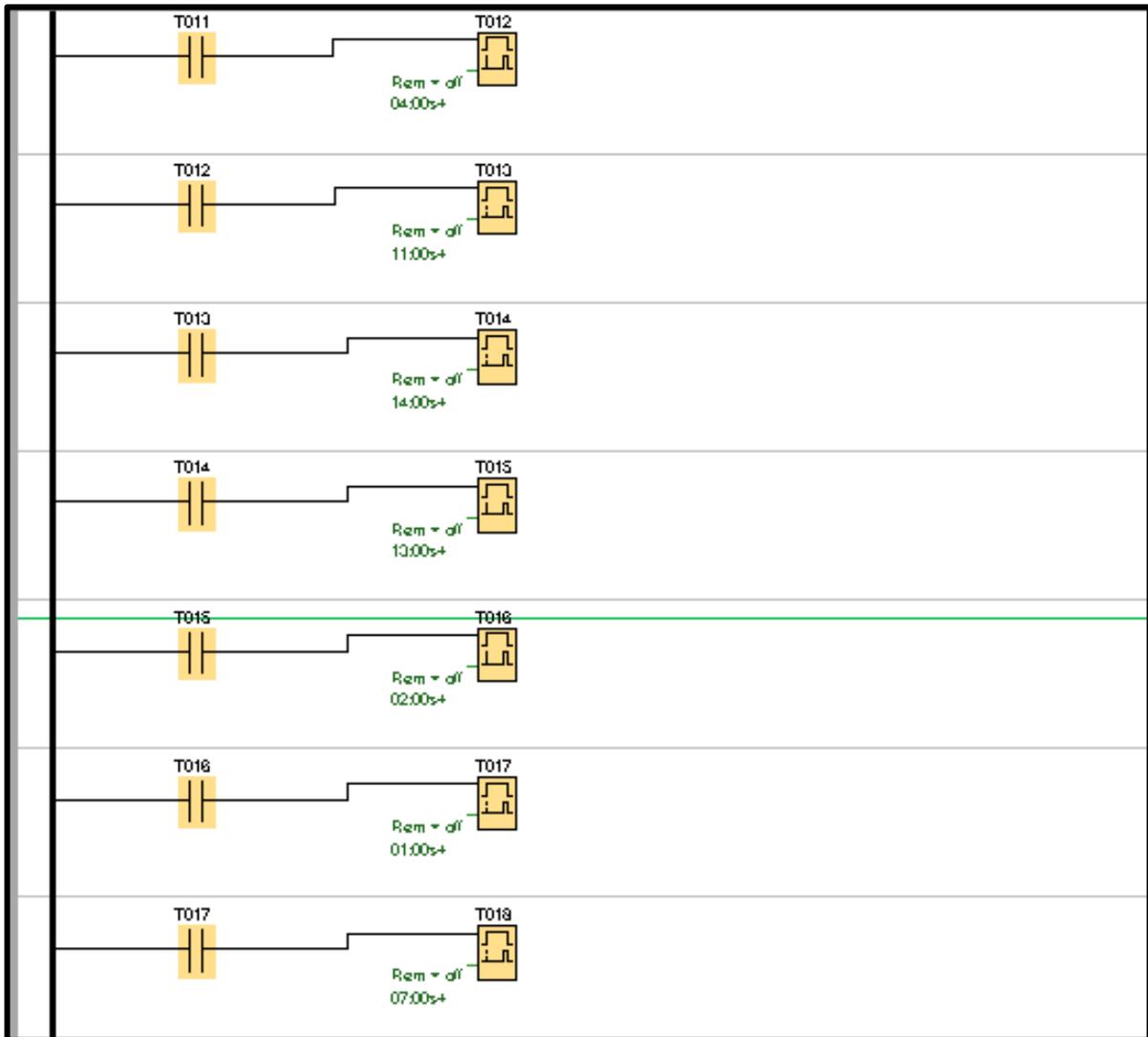
**PISO N° 3 - AULA 301**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**

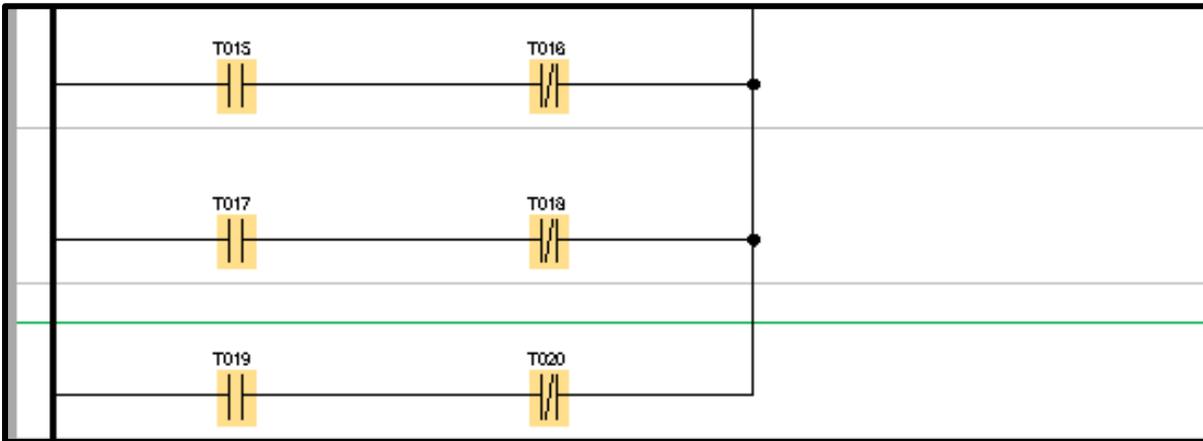
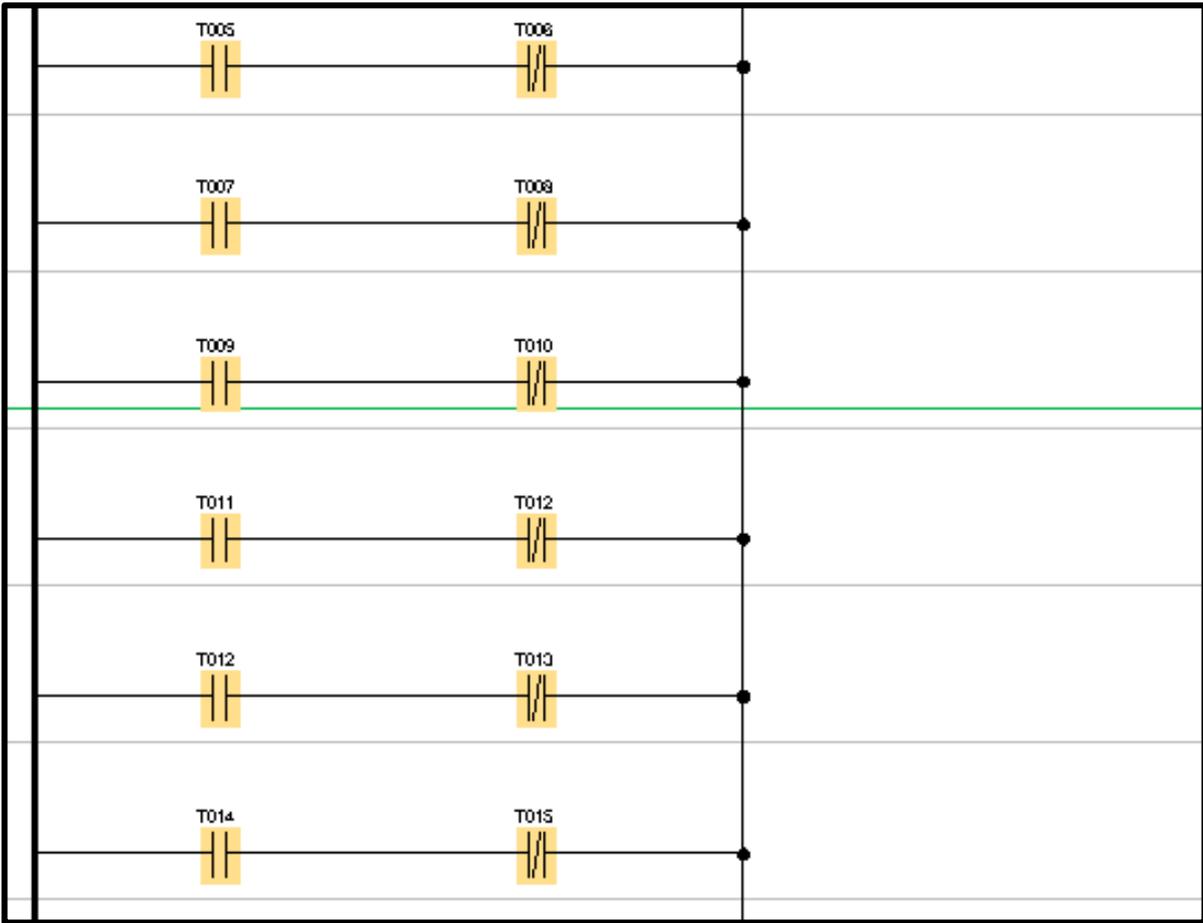




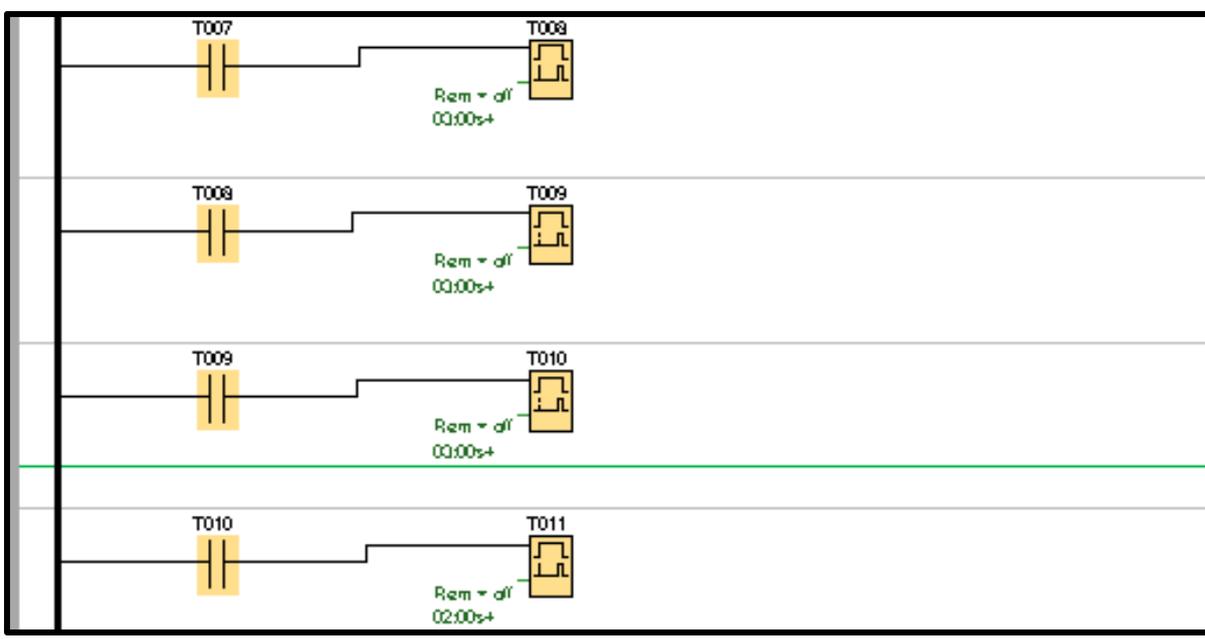
**PISO N° 3 - AULA 302**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**

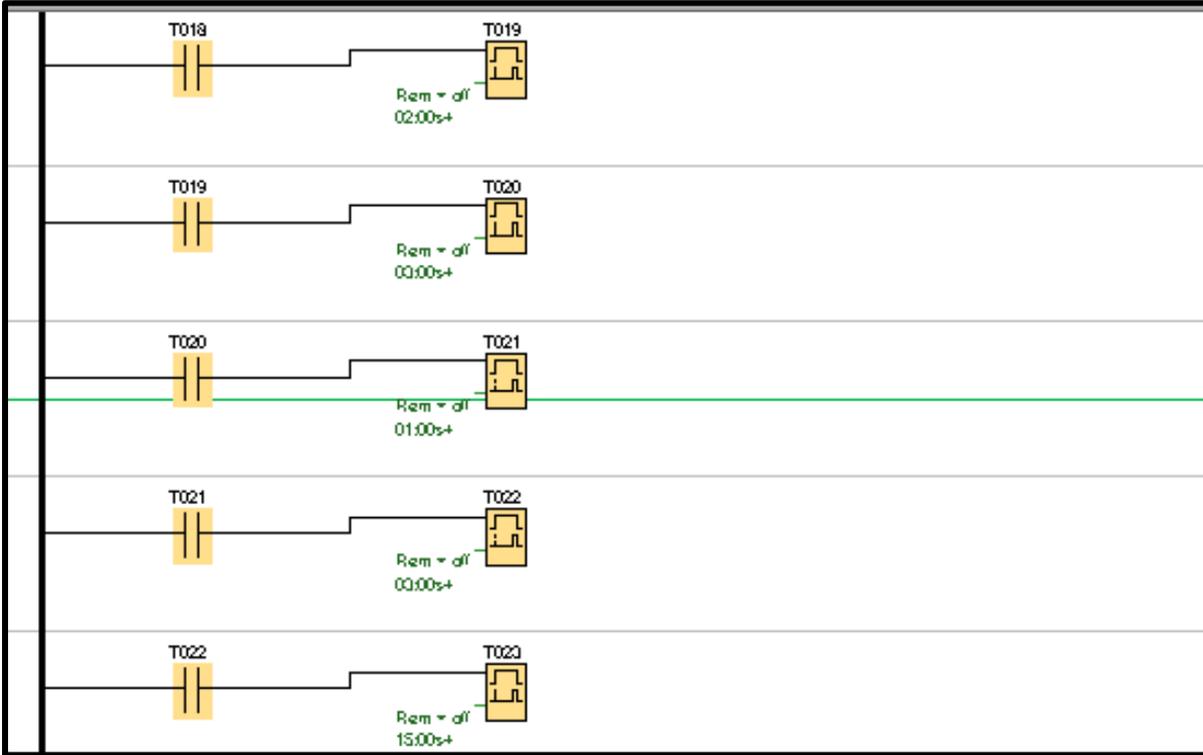
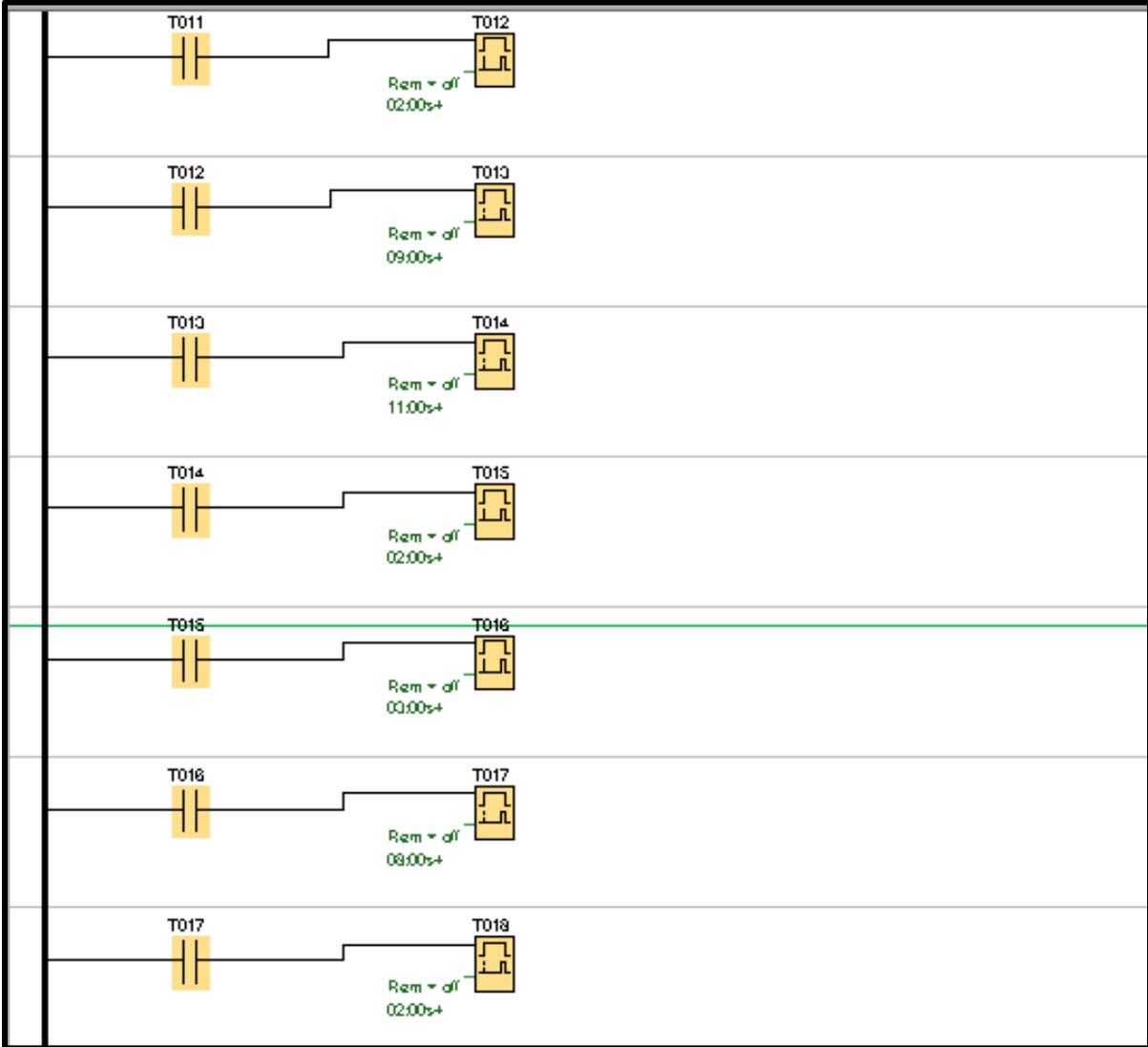


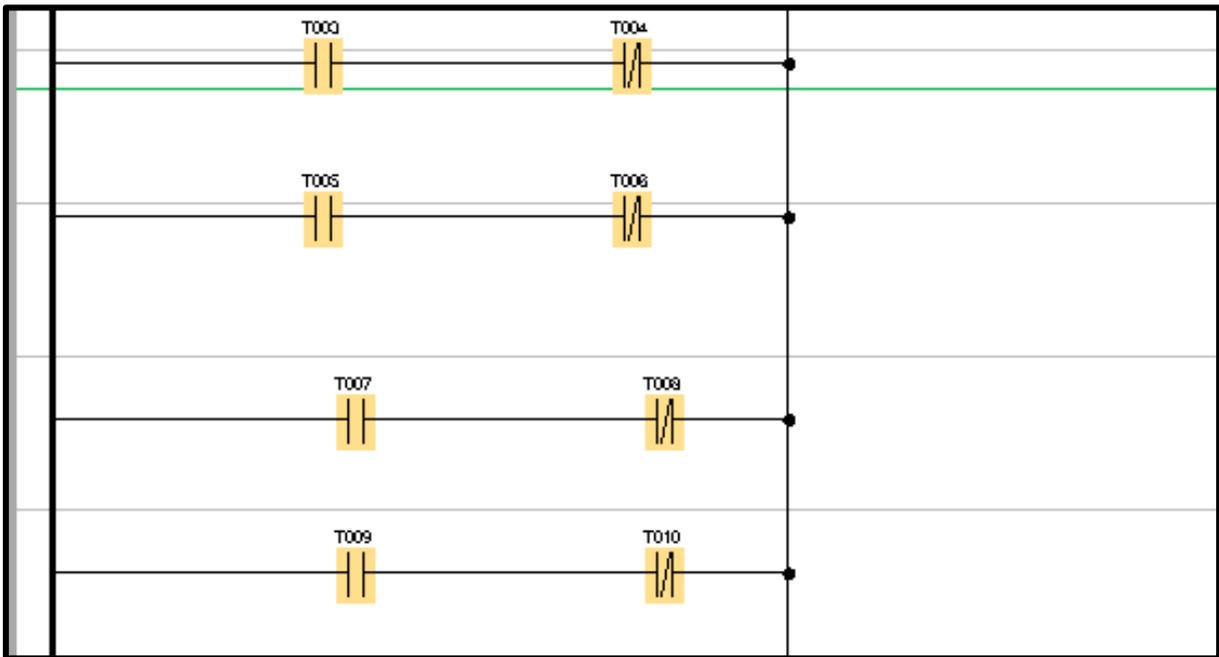
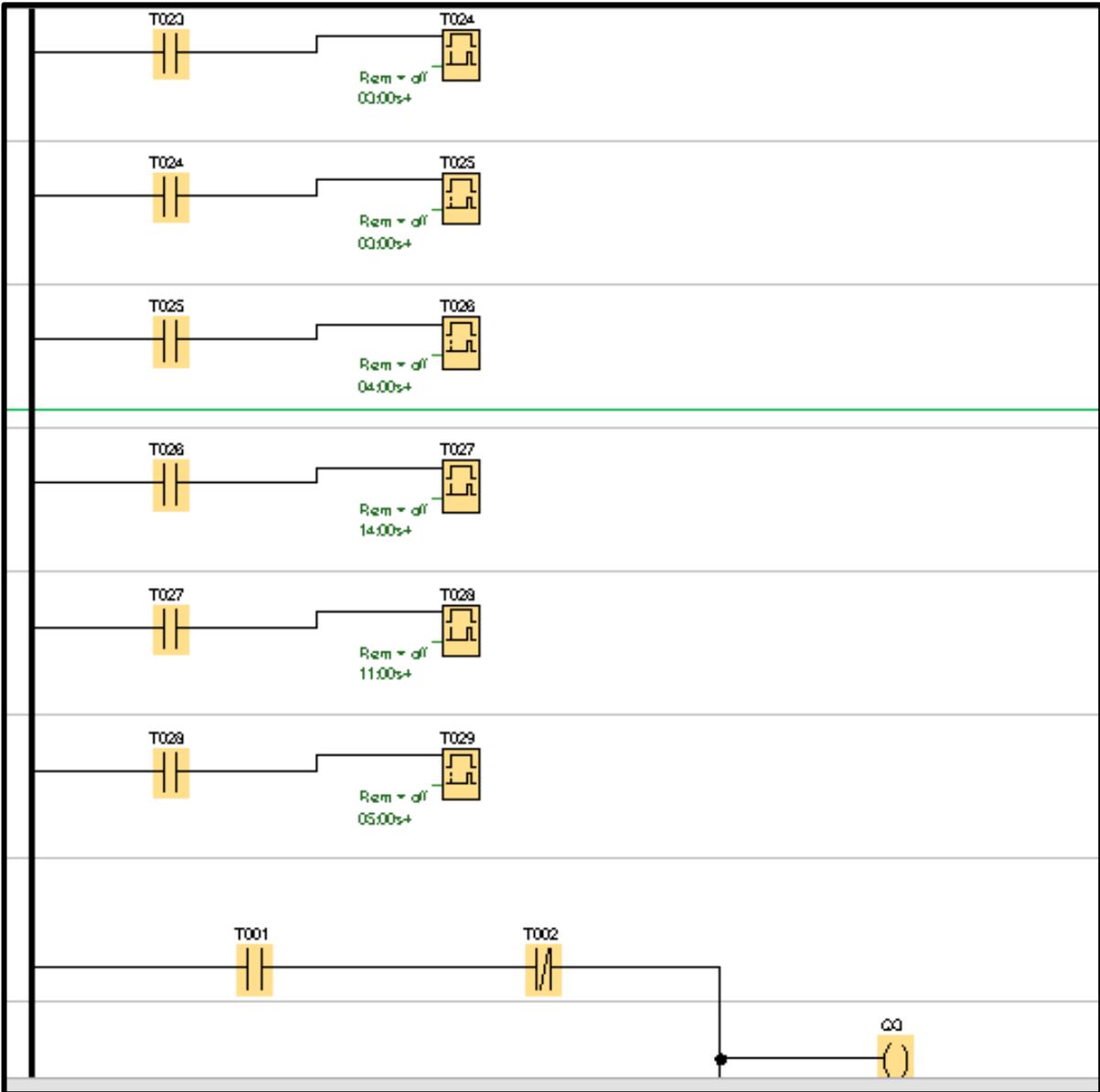


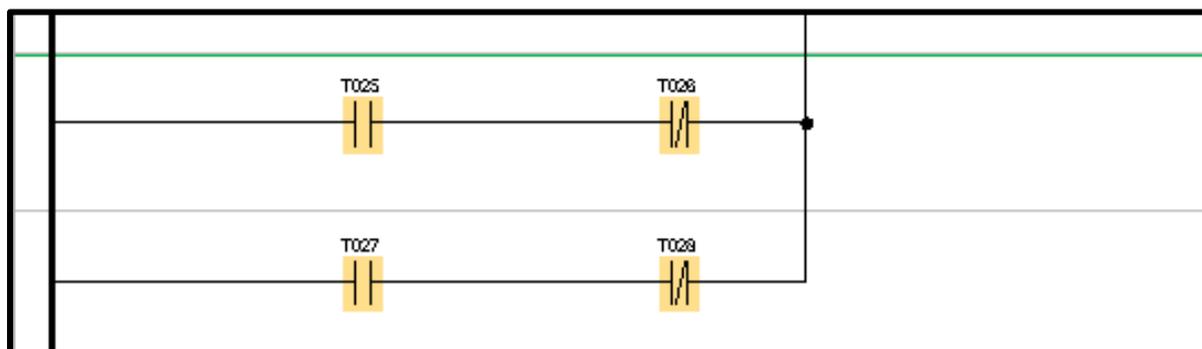
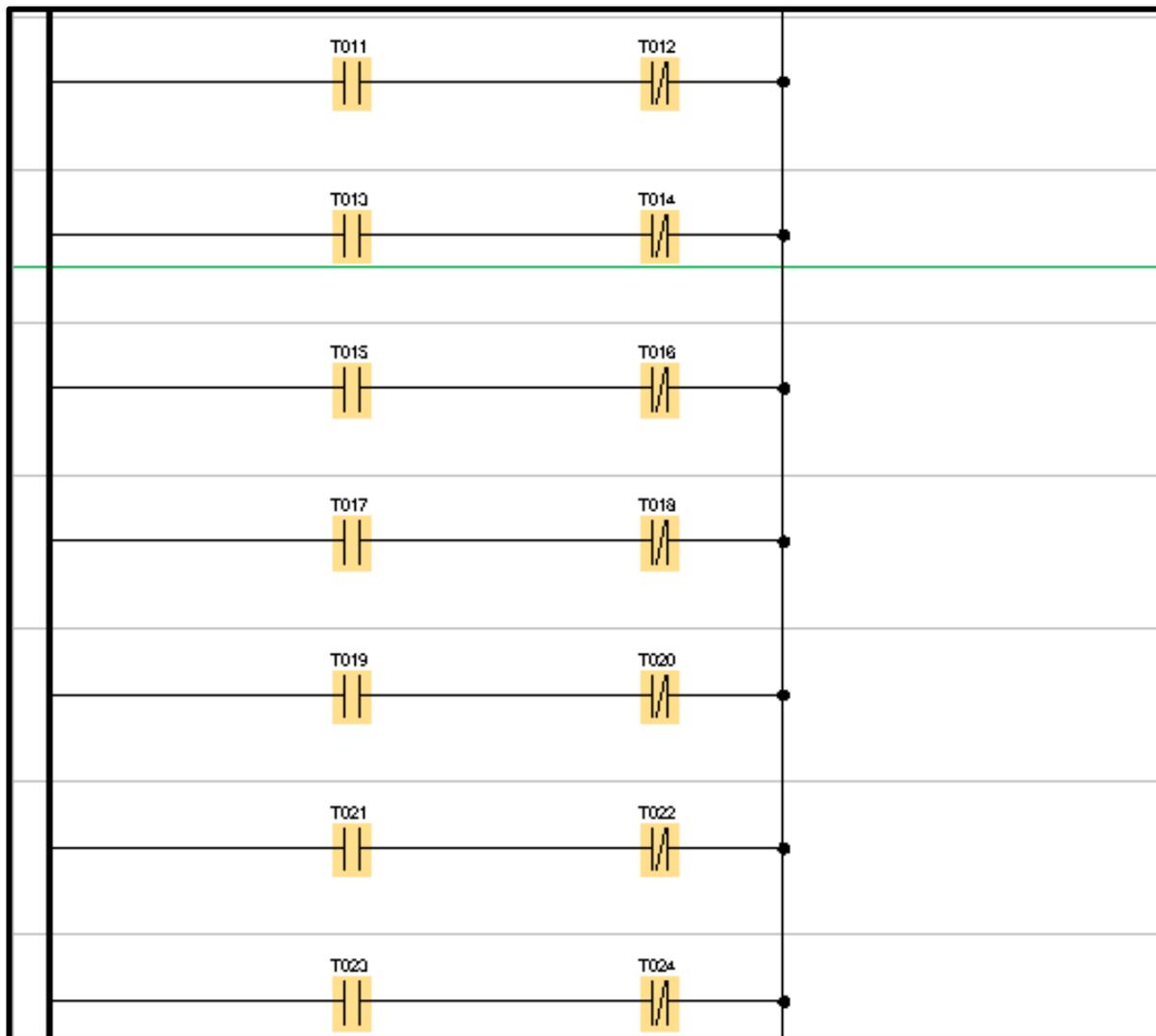


**PISO N° 3 - AULA 303**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**





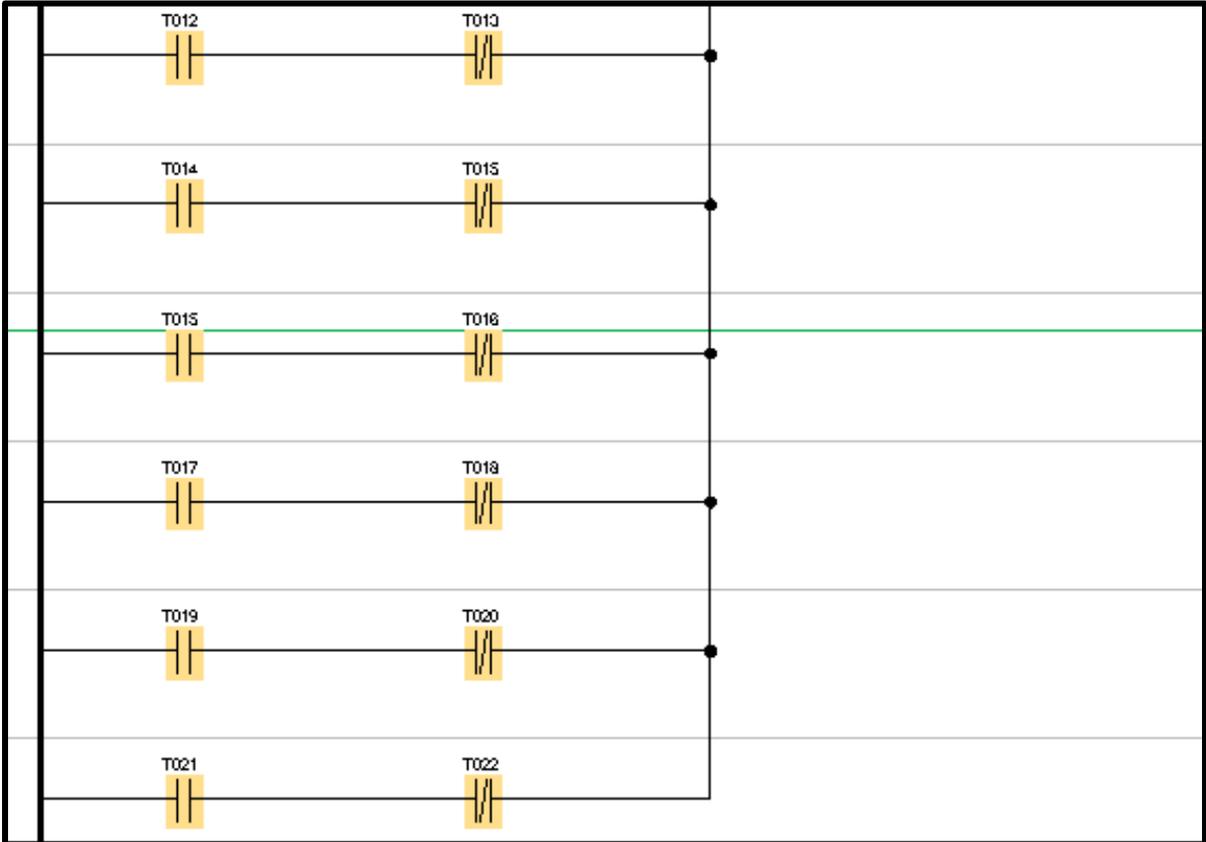
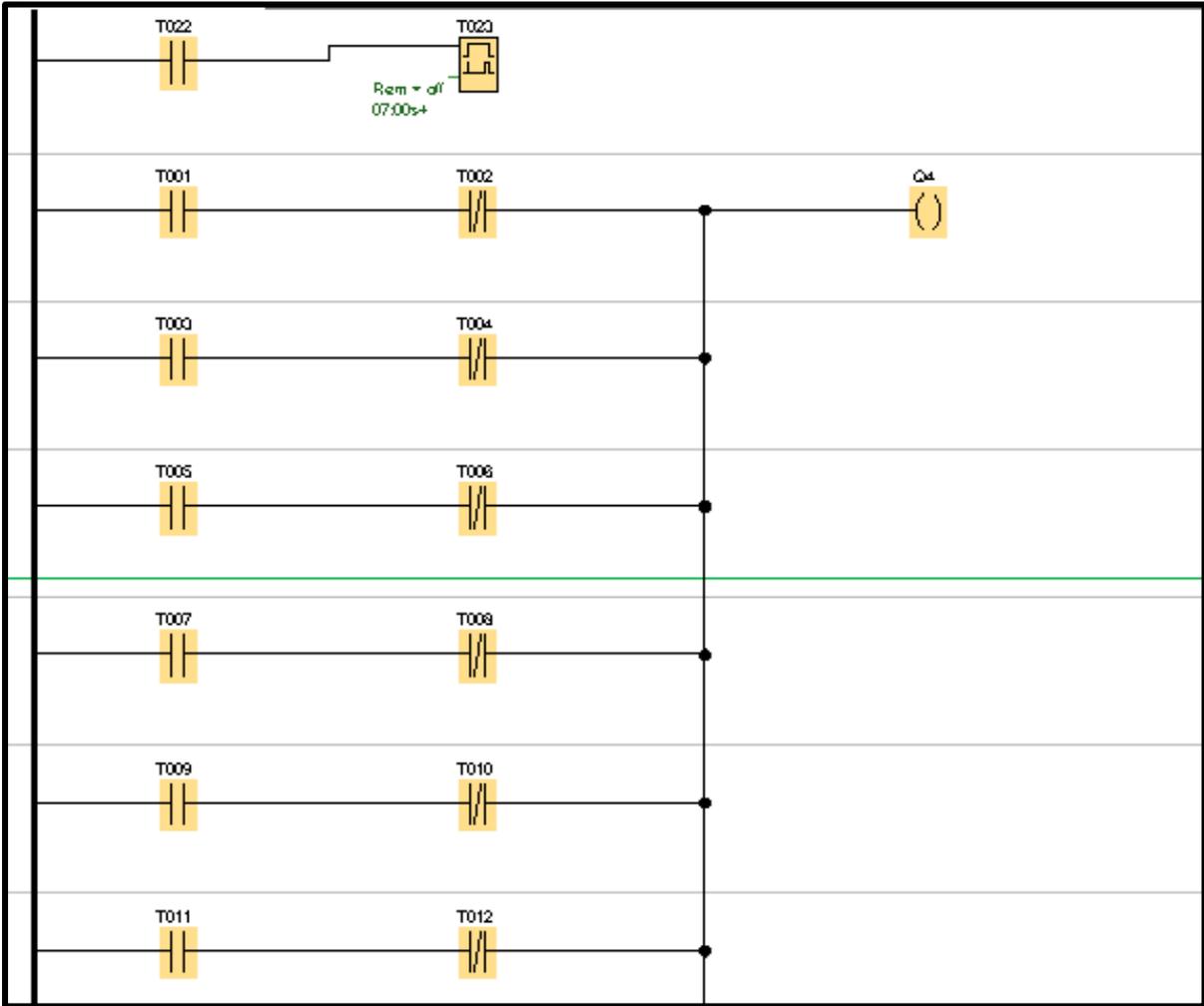




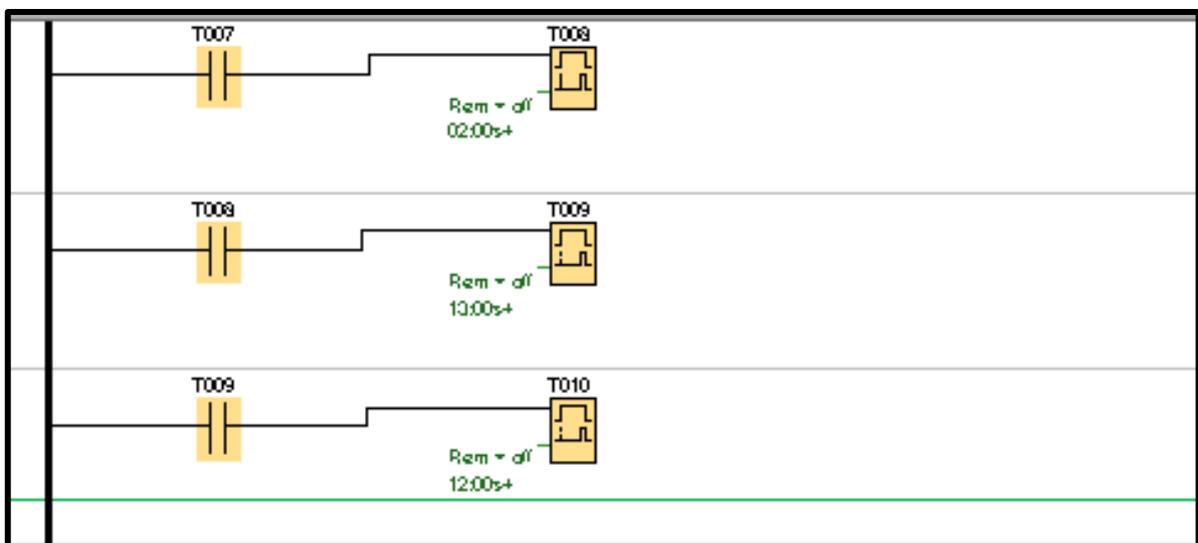
**PISO N°3 - AULA 304**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**

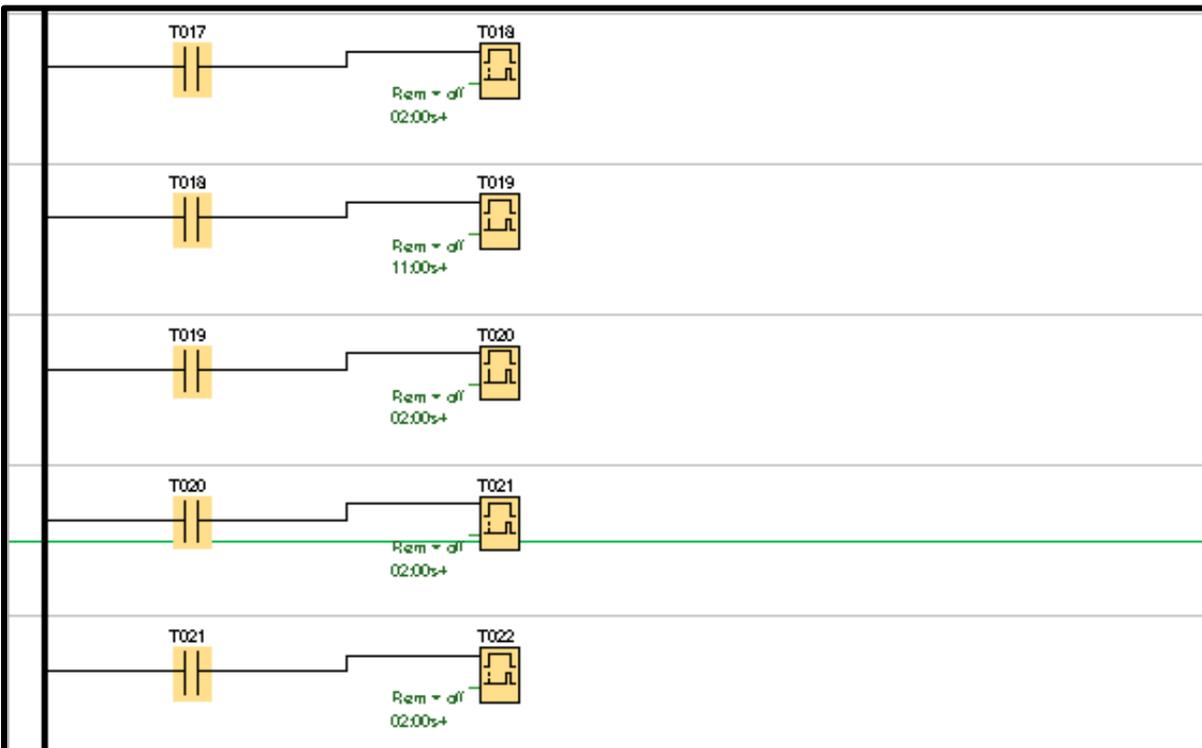
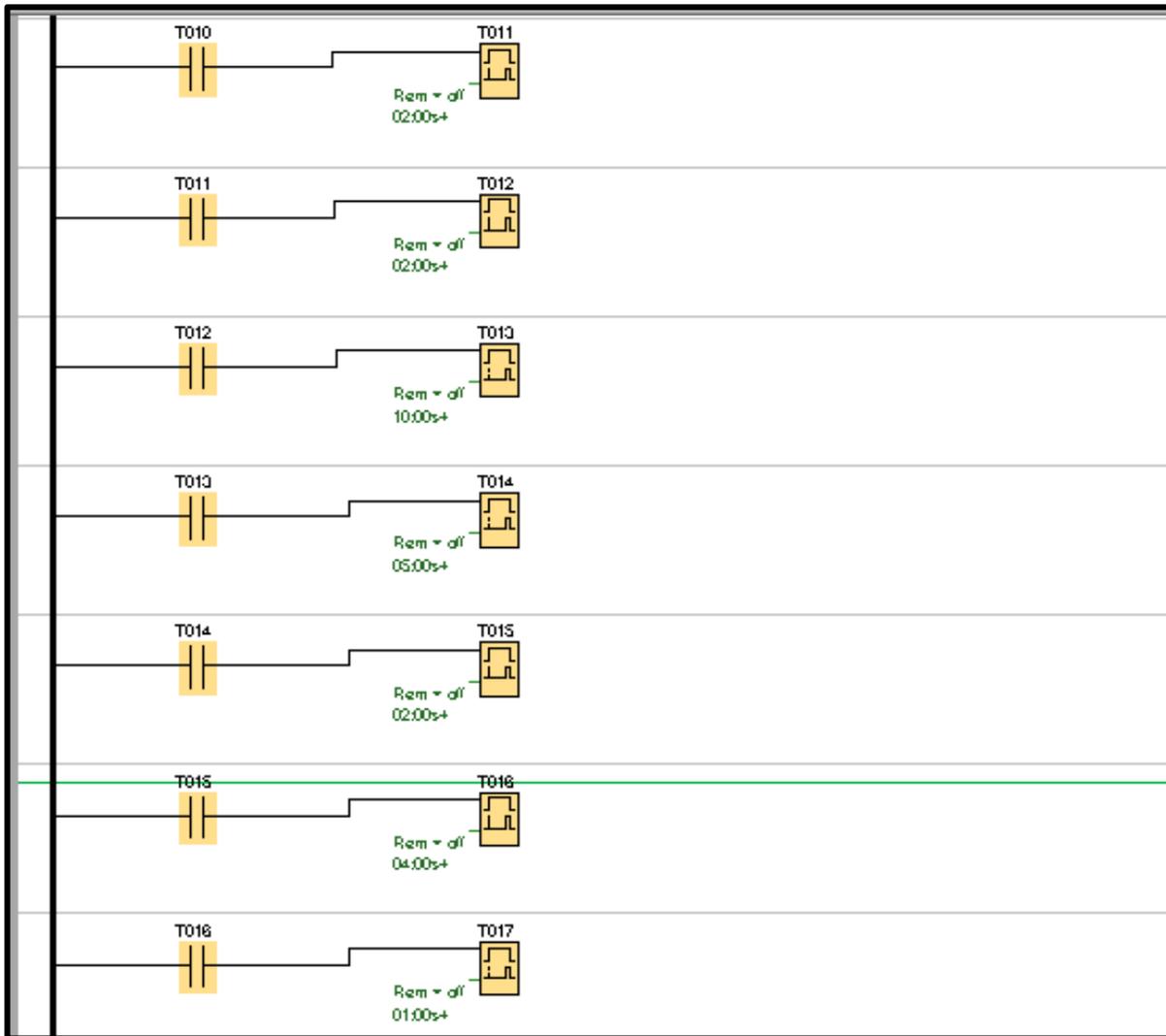


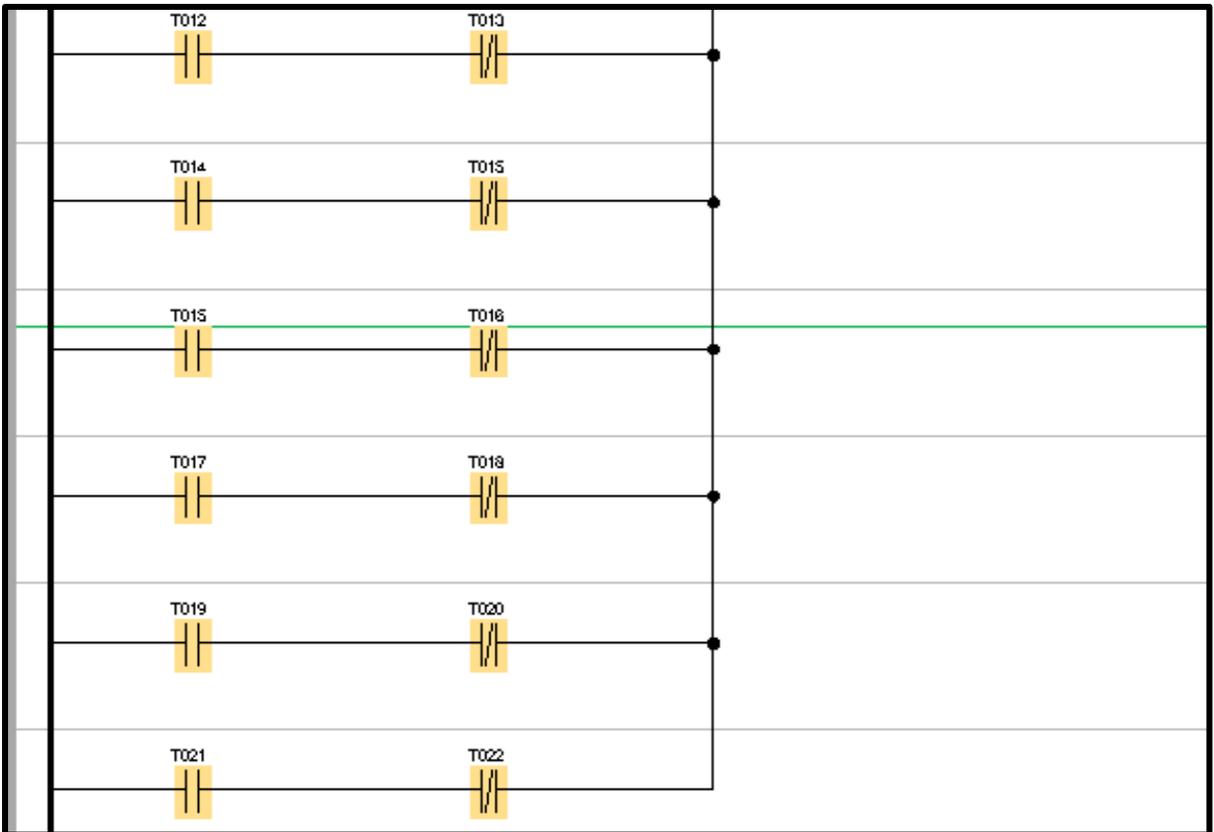
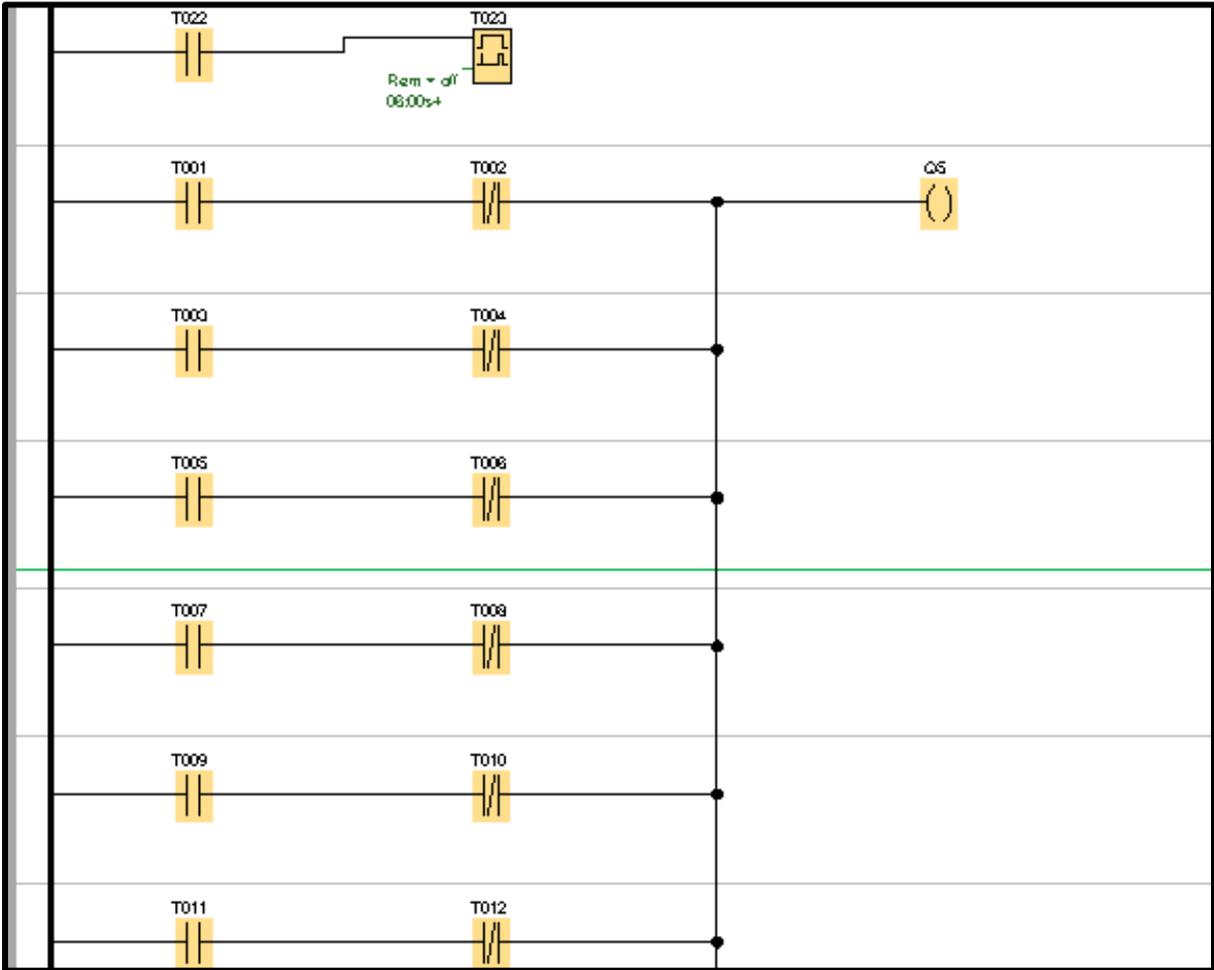




**PISO N°3 - AULA 305**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**







**PISO N° 3 - AULA 306**  
**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**

