



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”
ZACATENCO

TEMA DE TESIS:

AUTOMATIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA TILAPIA

PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

TRABAJO PRESENTADO POR:

JHONATAN ARTURO GARCÍA FLORES
MARCEL RAMÍREZ ARREDONDO

ASEORES

ING. JAIME JOSÉ RODRÍGUEZ
RIVAS

ING. PEDRO FRANCISCO HUERTA
GONZÁLEZ

MÉXICO D.F., 31 DE MAYO 2012

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”

TEMA DE TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN TESIS COLECTIVA Y EXAMEN ORAL INDIVIDUAL
DEBERÁ(N) DESARROLLAR

C. JHONATAN ARTURO GARCIA FLORES
C. MARCEL HERMENEGILDO RAMÍREZ ARREDONDO

“AUTOMATIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA TILAPIA”

REALIZAR LA AUTOMATIZACIÓN POR MEDIO DE UN PLC, CONTROLAR Y MONITOREAR LAS VARIABLES QUE INTERVIENEN EN LOS ESTANQUES DE LOS PECES, COMO TEMPERATURA, NIVEL, OXIGENACIÓN. ASÍ MISMO LOS PROCESOS QUE SON DETERMINANTES AUTOMATIZAR, PARA EVITAR FATALIDADES DE LOS PECES Y POR LO TANTO, PERDIDAS EN LA PRODUCCIÓN.

- ANTECEDENTES DE LA ACUICULTURA Y SU AUTOMATIZACIÓN.
- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL.
- DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y COMUNICACIÓN ETHERNET.
- COSTOS.

MÉXICO D. F., A 16 DE MAYO DE 2013.

ASEORES

M. EN C. PEDRO FRANCISCO HUERTA GONZÁLEZ

DR. JAIME JOSÉ RODRÍGUEZ RIVAS

DRA. BLANCA MARGARITA OCHOA GALVÁN
JEFA DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE
INGENIERÍA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN





ÍNDICE GENERAL

Resumen	15
Objetivo General	16
Objetivo Especifico	16
Justificación	16
Introducción	17
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES DE LA ACUICULTURA Y SU AUTOMATIZACIÓN	18
1.1. Antecedentes	19
1.2. Marco Teórico	20
1.3. Anatomía del pez Tilapia	20
1.3.1. Clasificación de la Especie	20
1.4. Calidad del Agua	21
1.4.1. Oxígeno	22
1.4.2. PH	22
1.4.3. Nivel	22
1.5. Etapas de Engorda	22
1.5.1. Pre-Engorda	23
1.5.2. Engorda	23
1.6. La Automatización	24
1.7. PLC (Controlador Lógico Programable)	25
1.8. Protocolo de Comunicación Ethernet	26
1.8.1. Tecnología ETHERNET / IP	26
1.9. Contactor	27



1.10. Arrancador Suave	28
1.11. RS Logix 500, Allen-Bradley Roc Well Automation INC	28
CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL	30
2.1. Sistema Actual	31
2.2. Planteamiento del Problema	31
2.3. Módulos de Crianza del pez Tilapia	31
2.3.1. Modulo de Precria	32
2.3.2. Modulo I y II de Engorde I	33
2.3.3. Modulo I y II de Engorde II	34
2.4. Área de Cultivo	35
2.5. Blower	36
2.6. Bomba de 250 HP	36
2.7. Aireador	38
CAPÍTULO III. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y COMUNICACIÓN ETHERNET	39
3.1. Planteamiento del problema	40
3.2. Automatización en el área de Precria	40
3.2.1. Diagrama eléctrico del área de Precria	40
3.2.2. Distribución de Cableado Eléctrico	44
3.3. Automatización en el área de Engorde I	45
3.3.1. Diagramas eléctricos, control, y fuerza de engorde I	45
3.3.2. Distribución de cableado eléctrico de engorde I	54
3.4. Automatización en el área de Engorde II	55
3.4.1. Diagramas eléctricos, control, y fuerza de engorde II	55
3.4.2. Distribución de cableado eléctrico de engorde II	61



3.5.	Equipo a utilizar para la Automatización de los Estanques	62
3.5.1.	PLC RSLogix 1400 1766- L32 BWA	62
3.5.2.	Modulo de Expansión 1762 Micrologix	64
3.5.3.	Contactor	65
3.5.4.	Sensor de Oxígeno Disuelto	65
3.5.5.	Interruptor de Nivel	66
3.5.6.	Botón de Paro de Emergencia	67
3.5.7.	Arrancador Suave	67
3.6.	Protocolo de Comunicación Ethernet/IP entre los cuartos de Control	69
3.6.1.	Cable UTP categoría 5	69
3.6.2.	Conector RJ-45	70
3.6.3.	Switch Ethernet	71
3.6.4.	Proceso de Creación de un cable UTP	71
3.7.	Conexión y Montaje de Arrancador suave para bomba de 250 HP	75
3.8.	Comunicación Ethernet entre cada uno de los PLC	77
CAPÍTULO IV. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y COMUNICACIÓN ETHERNET		81
4.1.	Comunicación entre el PLC y la PC	82
4.2.	Comunicación entre la PC y un PLC a través del RSLink	84
4.3.	Selección del PLC para programar en RsLogix 500	91
4.4.	Programación en el RsLogix	92
4.5.	Filosofía de Operación	93
4.6.	Programación del Área de Precria	93
4.7.	Programación del Área de Engorde I	98
4.7.1.	Programación del Módulo I de Engorde I	98



4.7.2. Programación del Módulo II de Engorde I	108
4.8. Programación del Área de Engorde II	118
4.8.1. Programación del Módulo I-I de Engorde II	118
4.8.2. Programación de Módulo I-II de Engorde II	128
4.8.3. Programación de Módulo II-I de Engorde II	138
4.8.4. Programación de Módulo II-II de Engorde II	148
CAPÍTULO V. COSTOS	157
5.1. Costo para la etapa de Precria	158
5.2. Costo para Engorde I	158
5.3. Costo para Engorde II	159
5.4. Costo para Bomba	160
CONCLUSIONES	162



ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Fig. 1.1. Partes Anatómicas Internas y Externas de la Tilapia	21
Fig. 1.2. Cantidad de Peces que se necesitan sembrar	24
Fig. 1.3 PLC	26
Fig. 1.4. Protocolo de Comunicación Ethernet	27
Fig. 1.5. Contactor	27
Fig. 1.6. Arrancadores Suaves	28
Fig. 1.7. Software RsLogix 500	29

CAPÍTULO II

Fig. 2.1. Distribución de Medidas del Modulo de Precria	32
Fig. 2.2 Medidas de los Estanques de los Módulos I y II de la etapa de Engorde I	33
Fig. 2.3 Medidas de los Estanques de los Módulos I y II de la etapa de Engorde II	34
Fig. 2.4. Plano del área de Cultivo	35
Fig. 2.5. Blower	36
Fig. 2.6. Bomba de 250 HP	37
Fig. 2.7. Aireador de Paletas de 2 HP	38

CAPÍTULO III

Fig. 3.1. Distribución de equipos en Estanque	40
Fig. 3.2. Diagrama Eléctrico de Control de área de Precria	42
Fig. 3.3. Diagrama Eléctrico de Fuerza del área de Precria	43
Fig. 3.4. Ruta de Cableado Eléctrico de Precria	44
Fig. 3.5. Distribución de Equipos en el Estanque	45
Fig. 3.6. Diagrama Eléctrico de Control de Engorde I parte uno	50

Fig. 3.7. Diagrama Eléctrico de Control de Engorde I parte dos	51
Fig. 3.8. Diagrama Eléctrico de Control de Engorde I parte tres	51
Fig. 3.9. Diagrama Eléctrico de Fuerza de Engorde I	53
Fig. 3.10. Ruta de Cableado Eléctrico de Engorde I	54
Fig. 3.11. Distribución de Equipos en Estanque	55
Fig. 3.12. Diagrama Eléctrico de Control de Engorde II parte uno	58
Fig. 3.13. Diagrama Eléctrico de Control de Engorde II parte dos	59
Fig. 3.14. Diagrama Eléctrico de Fuerza	60
Fig. 3.15. Ruta de Cableado Eléctrico de Engorde II	61
Fig. 3.16. PLC RSLogix 1400 1766-L32BWA	62
Fig. 3.17. Modulo de Expansión 1762 Micrologix	64
Fig. 3.18. Contactor	65
Fig. 3.19. Sensor de Oxígeno Disuelto	65
Fig. 3.20. Especificaciones de Entradas y Salidas	66
Fig. 3.21. Interruptor de Nivel	66
Fig. 3.22. Botón de paro de Emergencia	67
Fig. 3.23. Arranque Suave	68
Fig. 3.24. Cable UTP	69
Fig. 3.25. Contactor RJ-45	70
Fig. 3.26. Switcch Ethernet	71
Fig. 3.27. Cable UTP pelado	73
Fig. 3.28. Cable UTP ordenado a la configuración Cruzada	73
Fig. 3.29. Alineación de los hilos del cable UTP	74
Fig. 3.30. Alineación de los hilos	74



Fig. 3.31. Ponchado de Hilos	75
Fig. 3.32. Conexión del Arrancador del Motor	75
Fig. 3.33. Conexión de Alimentación y Motor	76
Fig. 3.34. Conexión a Tierra de Protección	76
Fig. 3.35. Circuito convencional que requiere una señal Sostenida	77
Fig. 3.36. Distribución y Cableado de Cuartos de Control	78
Fig. 3.37. Direcciones de IP	79
CAPÍTULO IV	
Fig. 4.1. Ventana de Propiedades de conexión de área local	82
Fig. 4.2. Asignación de IP a PC	83
Fig. 4.3. Asignación de IP a PLC	84
Fig. 4.4. Ventana inicial al abrir RSLogix	85
Fig. 4.5. Icono “Configure Drives”	85
Fig. 4.6. Despliegue para elegir la Comunicación	86
Fig. 4.7. Selección de la comunicación ETHERNET/IP	86
Fig. 4.8. Ventana para agregar la comunicación	87
Fig. 4.9. Ventana para asignar nombre a la comunicación	87
Fig. 4.10. Configure Driver: AB_ETHIP-1	88
Fig. 4.11. Verificación del estado Drive es RUNNING	89
Fig. 4.12. Icono RSWho	89
Fig. 4.13. Ventana del RSWho	90
Fig. 4.14. Identificación de nodos de red	90
Fig. 4.15. Selección de PLC	91
Fig. 4.16. Pantalla principal del RSLogix	92

Fig. 4.17. Selección del modo de arranque de precria	94
Fig. 4.18. Diagrama secuencial PLC módulo de precria	96
Fig. 4.19. Diagrama PLC de arranque automático módulo de precria	97
Fig. 4.20. Selección de arranque manual de área engorde I módulo I	98
Fig. 4.21. Diagrama secuencial PLC módulo I engorde I	104
Fig. 4.22. Diagrama PLC arranque automático módulo I engorde I	107
Fig. 4.23. Selección de modo de arranque manual de engorde I módulo II	108
Fig. 4.24. Diagrama secuencial PLC módulo II engorde I	114
Fig. 4.25. Diagrama PLC arranque automático módulo II engorde I	117
Fig. 4.26. Selección de modo de arranque manual área engorde II módulo I-II	118
Fig. 4.27. Diagrama secuencial PLC módulo I-II de engorde II	124
Fig. 4.28. Diagrama PLC de arranque automático módulo I-II engorde II	127
Fig. 4.29. Selección de modo de arranque manual área engorde II módulo I-II	128
Fig. 4.30. Diagrama secuencial PLC módulo I-II engorde II	134
Fig. 4.31. Diagrama PLC arranque automático módulo I-II engorde II	137
Fig. 4.32. Selección de modo de arranque manual área engorde II modulo II-I	138
Fig. 4.33. Diagrama secuencial PLC módulo II-I engorde II	144
Fig. 4.34. Diagrama PLC arranque automático módulo II-I engorde II	147
Fig. 4.35. Selección de modo de arranque manual area engorde II modulo II-II	148
Fig. 4.36. Diagrama secuencia PLC módulo II-II engorde II	153
Fig. 4.37. Diagrama PLC de arranque automatico módulo II-II engorde II	156



ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO III

Tabla 3.1. Direccionamiento de Entradas del PLC	41
Tabla 3.2. Direccionamiento de Salidas del PLC	41
Tabla 3.3. Direccionamiento de Entradas del PLC de Engorde I Modulo I	46
Tabla 3.4. Direccionamiento de Salidas del PLC de Engorde I Modulo II	48
Tabla 3.5. Direccionamiento de Entradas del PLC de Engorde II Modulo I	55
Tabla 3.6. Direccionamiento de Salidas del PLC de Engorde II Modulo II	57
Tabla 3.7. Características del PLC	63
Tabla 3.8. Especificaciones del Modulo de Expansion	64
Tabla 3.9. Especificación del Arrancador Suave	68
Tabla 3.10. Características del cable UTP	70
Tabla 3.11. Características del Convertidor	70
Tabla 3.12. Configuración del cable Cruzado	72

CAPÍTULO V

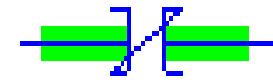
Tabla 5.1. Cotizacion de area de Precria	157
Tabla 5.2. Cotizacion de area de engorde I	157
Tabla 5.3. Cotizacion de area de engorde II	159

SIMBOLOGÍA

Contacto normalmente abierto



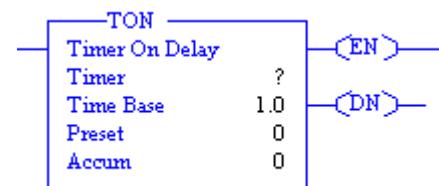
Contacto normalmente cerrado



Bobina



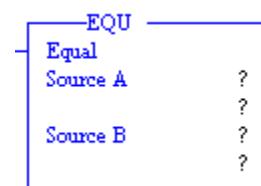
Temporizador ON



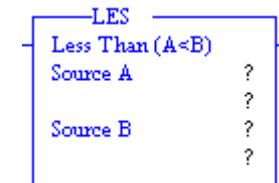
Instrucción MOV



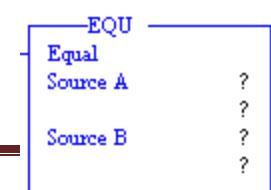
Comparador EQU (igual)



Instrucción LES (menor que)



Instrucción GRT (menor que)



Instrucción MSG (mensaje de lectura/escritura).....



Líneas de alimentación trifásica



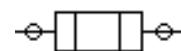
Interruptor normalmente abierto



Fusible



Relevador de sobrecarga



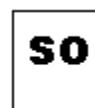
Motor eléctrico



Sensor de nivel



Sensor de oxígeno disuelto

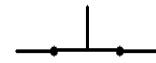


Bobina de contactor





Botón pulsador normalmente cerrado



Botón pulsador normalmente abierto





ABREVIATURAS

PLC	Controlador Lógico Programable
PH	Es una medida utilizada para evaluar la acidez o alcalinidad
SRA	Sistema para la Recirculación de la Acuicultura
Cax	Tecnología Asistida por Computadora
CAD	Diseño Asistido por Computadora
CAM	Fabricación Asistida por Computadora
Ppm	Partes Por Millón
HP	Es la potencia necesaria para levantar 550 libras a 1 pie de altura
AC	Corriente Alterna
CFE	Comisión Federal de Electricidad

**UNIDADES**

Grs.	Gramos
cm	Centímetros
Mg/L	Miligramos por Litro
m ³	Metro Cúbico
grs	Gramos
m	Metro
m ²	Metro Cuadrado
Hz	Hertz
Kw	Kilo Watt
A	Amperes



RESUMEN

La acuicultura es un sector de la producción alimenticia que está creciendo aceleradamente en el último decenio a nivel mundial, y tiene muchas posibilidades de seguir expandiéndose. Se ha demostrado que la acuicultura ha sido y seguirá siendo importante para la nutrición humana y para mitigar la pobreza de muchas zonas rurales, mediante los sistemas agrícolas integrados que incorporan la acuicultura con los cultivos y utilizan masas de agua pequeñas y medianas.

Se sabe que aproximadamente el 80% de los cultivos acuícolas que se han llevado a cabo en el país son del tipo extensivo (los cuales arrojan rendimientos bajos), y en menor grado los semi-intensivos e intensivos. Es probable que las prácticas tanto extensivas y semi-intensivas sigan siendo por un tiempo las más empleadas. ^[1]

Ahora bien, para obtener una sustentabilidad económica en la acuicultura, es necesario considerar entre otras cosas herramientas que reduzcan los costos y eleven los volúmenes de producción. Una de estas, es la tecnología. El éxito de la actividad acuícola se basa en la premisa "mayor producción al menor costo" y depende, fundamentalmente, de aspectos como la calidad de los animales, el buen manejo, estricta sanidad, alimentación adecuada, un buen canal de comercialización y el apropiado desarrollo tecnológico. ^[11]



OBJETIVO GENERAL

Realizar la automatización por medio de un PLC, controlar y monitorear las variables que intervienen en los estanques. Así mismo manipular los procesos que son determinantes para la crianza del pez, con el fin de evitar fatalidades de los peces y por lo tanto, pérdidas en la producción.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar un PLC para cada etapa de precria y engorde.
- Incrementar la producción de peces así como las ganancias.
- Seleccionar los instrumentos adecuados para el control de oxígeno disuelto en cada estanque del área acuícola.

JUSTIFICACIÓN

Debido a los diferentes tipos de variables que se necesitan mantener en un estanque para que el efecto invernadero sea capaz de mantener y de criar peces y no provocar que el pez se enferme y muera; una gran variable a controlar es el oxígeno, la falta de oxígeno es un factor importante ya que en las mañanas los peces requieren mayor oxígeno y así el pez no tendrá que estar en la superficie respirando el oxígeno del ambiente.

Por lo que se ha decidido automatizar las variables más importantes para una buena crianza de peces.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se realiza la producción de peces para su distribución y engorda en embalses y estanquerías, con la finalidad de fomentar la acuicultura, el desarrollo socioeconómico y la calidad de alimentación del medio rural.

Son actividades que pueden permitir el incremento de exportaciones en el país, sin embargo, los avances tecnológicos en este sector son muy reducidos, lo que ha conllevado a una vinculación lenta de la automatización de los procesos que hacen parte de esta área. A medida que se incrementa la automatización, los procesos se han hecho más difíciles, demandando sistemas de control que permitan supervisar las variables que intervienen en el mismo.^[1] Por lo mismo, diferentes estanques de peces han enfocado sus líneas de inversión en adquirir sistemas de control, que permitan manipular las variables que intervienen en la producción de peces.

Por otra parte, en los últimos años se ha dado un importante desarrollo en el diseño de sistemas de comunicaciones basados en la transmisión digital de datos haciendo uso de diferentes medios de programación. Las comunicaciones inalámbricas son tal vez una de las herramientas con mayor auge en la actualidad. Aprovechando las ventajas que brindan los avances tecnológicos en el área de comunicaciones inalámbricas, se han desarrollado aplicaciones que permiten acceder a la información de manera oportuna y confiable. Esta es una alternativa que obedece a las necesidades y avances tecnológicos actuales en los que el uso de cables va poco a poco desapareciendo. Una de las características más importantes en un sistema de automatización inalámbrica es la confiabilidad que este requiere, el acceso a la variedad de datos que se manejan y la disponibilidad de los datos en el tiempo real.

Identificados los aspectos generales que se quieren cubrir, sumado al deseo de desarrollar tecnología nacional y basados en los conocimientos adquiridos en las diferentes áreas que hacen parte de la ingeniería, surge el presente proyecto en el cual se diseña un sistema capaz de automatizar la crianza de peces para consumo humano de un estanque, empleando la suficiente tecnología para el funcionamiento determinado por la información programada por el operario o mediante mediciones de PH y oxígeno. [2]



CAPÍTULO I

ANTECEDENTES DE LA ACUICULTURA Y SU AUTOMATIZACIÓN

En este capítulo se abordan los temas teóricos que auxilian a la comprensión sobre la acuicultura, su automatización, las variables a manipular y la anatomía del pez Tilapia.

1.1. ANTECEDENTES

La producción mundial de pescado de la acuicultura ha crecido substancialmente en la última década, alcanzando 52.5 millones de toneladas en 2008, comparado con 32.4 millones de toneladas en 2000. La acuicultura continúa siendo el sector alimentario de más rápido crecimiento y aporta actualmente casi la mitad (45.6 por ciento) del pescado para consumo en el mundo, comparado con 33.8 por ciento en 2000.

Con el estancamiento de la pesca de captura global y una población humana en aumento, la acuicultura se percibe como teniendo el mayor potencial para producir más pescados en el futuro y así atender a la demanda creciente de alimentos acuáticos sanos y de calidad.

Se estima que para el 2015 más del 50 por ciento del consumo global de alimentos acuáticos se originará de la acuicultura. Aunque que se carece de datos exactos, se reconoce que, con el crecimiento en volumen y valor de la producción acuícola en la última década, el sector ha hecho una contribución positiva a las economías, a la reducción de la pobreza y a la seguridad alimentaria nacional, regional y global.

Se espera que, en el desarrollo de esta nueva década, un sector acuícola más fuerte y más confiente estará preparado para hacer frente y superar los desafíos que vienen a continuar su camino hacia una producción más sustentable. [3]

La tecnología del Sistema de Recirculación para la Acuicultura (SRA) ha estado en desarrollo y perfeccionamiento por los últimos treinta años. Colectivamente, nuestro enfoque principal ha sido siempre el de crear, desarrollar y perfeccionar las tecnologías SRA que pudiesen producir especies hidrobiológicas para la alimentación humana de manera competitiva desde el punto económico.

La acuicultura SRA en particular son generalmente más dependientes de un manejo experto y de mayor nivel de complejidad en comparación con las formas tradicionales de producción agrícola. Es por esto, que es poco probable que un productor agrícola promedio se transforme en un acuicultor exitoso.

La industria del Salmón del Atlántico ha estado agregando 50,000 toneladas de nueva producción en los últimos 10 años. La producción de tilapia ha crecido exponencialmente en los últimos años, al punto que la demanda por tilapia en el mercado ha crecido desde prácticamente cero hasta la importación del equivalente a 100 millones de libras anuales en el año 2000.

Creemos que la acuicultura – la producción de organismos acuáticos – es la solución más probable y factible para satisfacer la siempre creciente demanda y escasez de oferta de productos de los océanos.

La acuicultura es una alternativa ambiental de la pesca. Provee una consistente y confiable fuente de producto fresco del mar de alta calidad que es nutritivo, sano y de

precio razonable. Casi un tercio de los productos marinos que se consumen hoy en día en el mundo provienen de la acuicultura. La mayor parte del salmón, bagre, tilapia y camarón que se encuentran en los menús de restaurantes son productos de cultivo.

El producto del mar es tan bueno como el agua en donde vive. Los acuicultores controlan la calidad del agua, de manera que su producto pueda estar libre de contaminantes ambientales. Los consumidores han demostrado una marcada preferencia por productos de cultivo, ya que estos son más consistentes en calidad y presentación, y tienden a tener un sabor más suave que el producto del mar silvestre [1].

1.2. MARCO TEÓRICO

Cuando hablamos de acuicultura nos referimos al desarrollo de especies acuáticas en medios naturales y artificiales manejados por el hombre con la finalidad de sustento o comercial. La acuicultura es la técnica que permite aumentar la producción de animales y plantas acuáticas para consumo humano, por medio de cierto control de los organismos y de su medio ambiente [2].

1.3. ANATOMÍA DEL PEZ TILAPIA

Los machos reproductores presentan una coloración brillante en la cabeza, extendiéndose al cuerpo en un azul gris pálido metálico. Como característica distintiva, en las aletas presenta una coloración rojiza muy tenue y al igual que en la aleta dorsal y caudal respectivamente, con peso máximo hasta 700 grs. de 7 meses de edad.

Las hembras tienen una similitud en la coloración con los machos excepto el tamaño a los 7 meses pueden pesar 450 grs. todo va a depender de la alimentación, en el caso de las hembras dirigen el gasto de energía a la producción de huevos y no a engordar [3].

1.3.1. Clasificación de la especie

- Clase: Perciformes
- Suborden: Percoides
- Familia: Cichlidae
- Genero: Oreochromis niloticus blanca (Rocky mountain)

Las tilapias poseen un tipo de reproducción bisexual, o sea que los espermatozoides y los óvulos se desarrollan en individuos machos y hembras separados. Las glándulas sexuales llamadas Gónadas son los ovarios en las hembras y los testículos en el macho, a diferencia de otros seres vivos ya nacen con el sexo definido en los peces como es el caso de la Tilapia dichas glándulas se empiezan a diferenciar en la etapa temprana de su desarrollo entre el día 15 al 20 después de que nacen.

Varios factores deben ocurrir, para que se de la maduración sexual en la tilapia y los más importantes son: Fotoperiodo, es decir, los cambios que ocurren en la maduración del día solar, temperatura, la cual debe permanecer constante en un período de tiempo por arriba de 24 °C y el último y más importante es la presencia del sexo opuesto [3], en la figura 1.1 podemos observar las partes anatómicas internas y externas de la tilapia.

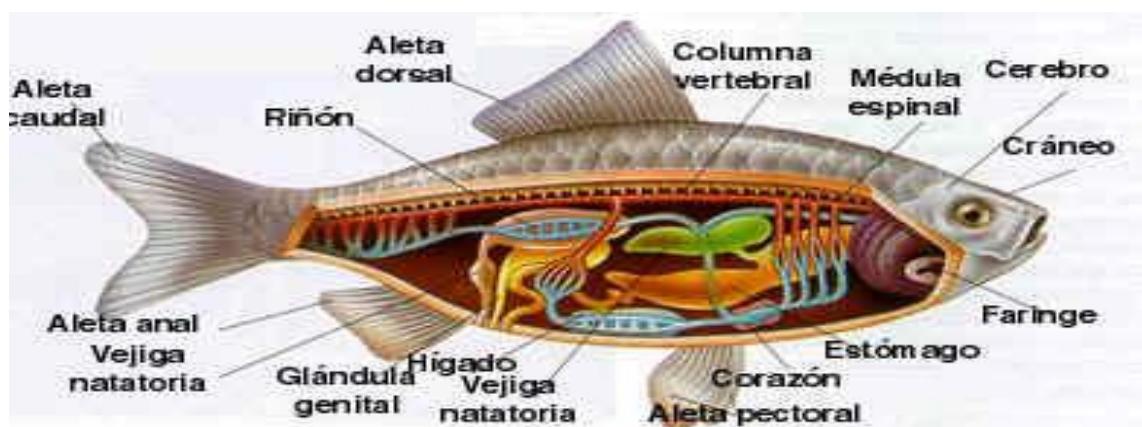


Fig. 1.1. Partes anatómicas internas y externas de la tilapia

1.4. CALIDAD DEL AGUA

- Oxígeno mg/l menos de 3
- pH 7-8

A continuación se presentan cada uno de los parámetros fisicoquímicos del agua y se destaca su influencia en el desarrollo del tilapia:

- Oxígeno
- PH
- Nivel

1. 4.1. Oxígeno

Uno de los gases fundamentales para los peces en el agua es el Oxígeno. El oxígeno disuelto en un cuerpo de agua es indispensable para la sobre vivencia de los organismos que ahí se desarrollan.

La concentración normal de oxígeno para una correcta producción, es la de 5 ppm (partes por millón) (2-3 mg/L), ya que el metabolismo y el crecimiento disminuyen cuando los niveles son bajos o se mantienen por periodos prolongados.

La tilapia tiene la habilidad de extraer el oxígeno disuelto, por ello no se recomienda mantener una alta producción de plantas acuáticas superficiales en los mismos estanques, ya que ellas impiden la entrada de oxígeno de la atmósfera, por efecto de los vientos.

Para aguas cálidas deberá tenerse alrededor de 5 ppm (partes por millón), la elevada concentración de plancton trae como consecuencia por la noche bajas concentraciones de oxígeno disuelto 2ppm (partes por millón) haciéndose más crítico al amanecer 1ppm lo que puede ocasionar la muerte de los peces [4].

1.4.2. PH

La tilapia crece mejor en aguas de pH neutro o levemente alcalino. Su crecimiento se reduce en aguas acidas y toleran hasta un pH de 5. El alto valor de pH, de 10 durante las tardes no las afecta y el límite, aparentemente, es el pH 11, ya que a alto pH, el amonio se transforma en amoníaco tóxico. Este fenómeno puede manifestarse con pH situados también a valores de 8, 9 y 10 [4].

1.4.3. Nivel

Medir el nivel de agua en cada estanque, será importante ya que al momento de recircular el agua, se estará vaciando y llenando el estanque al mismo tiempo, para ello, se colocara un interruptor de nivel para que no exista de derrame de agua o en su caso escases de agua en cada uno de los estanques.

1.5. ETAPAS DE ENGORDA

A continuación se presenta el manejo del cultivo de la tilapia en su periodo de engorda de 6 meses y sus respectivas etapas de pre-engorda y engorda. El cultivo de la tilapia para su mejor manejo se clasifica en pre-engorda y engorda.

1.5.1. Pre-engorda

Para esta etapa los peces se encuentran en la etapa de juveniles a partir de los 10 hasta los 100 grs. de peso, en esta etapa se debe de administrar alimento con 40 y 30% de proteína cruda, y la densidad de siembra es de 50 hasta 65 peces/m³.

1.5.2. Engorda

Para la etapa de engorda, el peso es de los 100 grs. en adelante hasta su cosecha.

La cantidad de proteína cruda en el alimento para esta etapa es de 35 hasta 25% y la densidad de siembra para esta etapa es de 9 a 10 por m³ para el sistema tecnológico semi-intensivo [5].

En el primer bloque de la figura 1.2 vemos como sembrar un número excesivo de peces resulta en:

- Escasez de alimento natural (fitoplancton).
- Peces de tamaño pequeño.
- Bajo crecimiento.

En el segundo bloque de la figura 1.2 existe una diferencia, vemos que sembrar una densidad óptima de peces tendrá las siguientes ventajas:

- Cantidad adecuada de alimentos.
- Peces de gran tamaño.
- Alta producción de pescado.
- Crecimiento acelerado.

El tercer bloque de la figura 1.2. se observa que sembrar una baja densidad de peces tiene las siguientes consecuencias:

- Subutilización de alimento natural.
- Peces de gran tamaño.
- Baja producción.

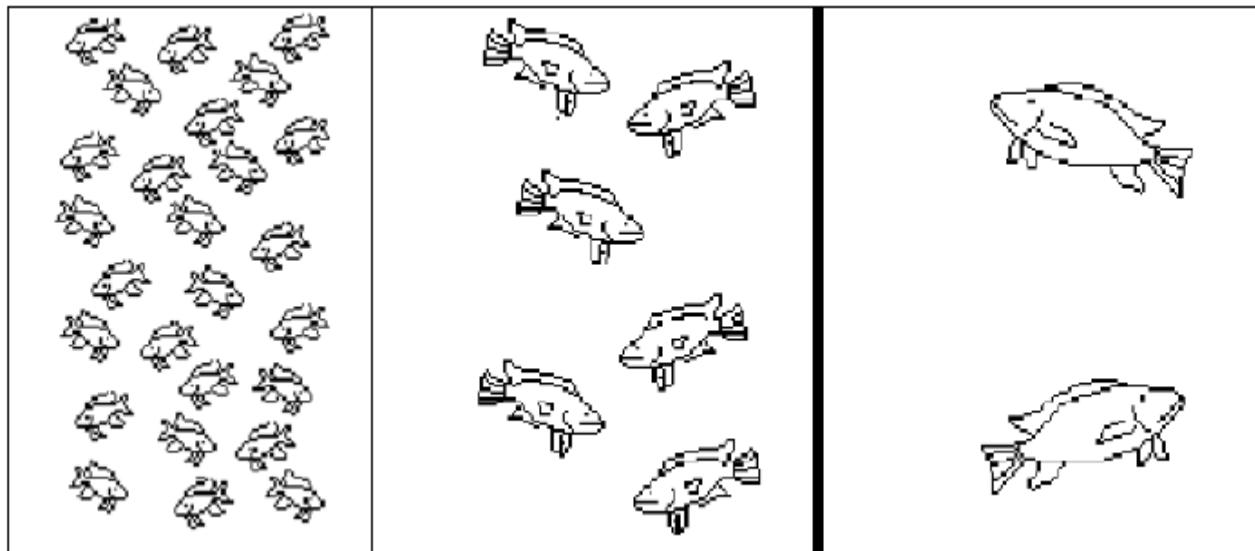


Fig. 1.2. En esta figura se muestra la cantidad de peces que se necesitan sembrar para una buena producción.

1.6. LA AUTOMATIZACIÓN

Automatización es el uso de sistemas de control y de tecnología informática para reducir la necesidad de la intervención humana en un proceso. En el enfoque de la industria, automatización es el paso más allá de la mecanización en donde los procesos industriales son asistidos por maquinas o sistemas mecánicos que reemplazan las funciones que antes eran realizadas por personas.

Mientras en la mecanización los operadores son asistidos con maquinaria a través de su propia fuerza y de su intervención directa, en la automatización se reduce de gran manera la necesidad mental y sensorial del operador. De esta forma presenta grandes ventajas en cuanto a producción más eficiente y disminución de riesgos al operador.

Las principales ventajas de aplicar automatización a un proceso son:

- Reemplazo de operadores humanos en tareas repetitivas o de alto riesgo.
- Reemplazo de operador humano en tareas que están fuera del alcance de sus capacidades como levantar cargas pesadas, trabajos en ambientes extremos o tareas que necesiten manejo de una alta precisión
- Incremento de la producción. Al mantener la línea de producción automatizada, las demoras del proceso son mínimas, no hay agotamiento o desconcentración en las tareas repetitivas, el tiempo de ejecución se disminuye considerablemente según el proceso.

La automatización de un nuevo producto requiere de una inversión inicial grande en comparación con el costo unitario del producto, sin embargo mientras la producción se



mantenga constante esta inversión se recuperara, dándole a la empresa una línea de producción con altos índice de ingresos. [5]

1.7. PLC (Controlador Lógico Programable)

Es un aparato electrónico digital que utiliza una memoria programable donde almacena instrucciones para implementar funciones específicas tales como lógicas, secuencias, temporizaciones, conteos y operaciones aritméticas para controlar maquinas y procesos [7].

Una aplicación en un PLC puede ser interpretada como un tablero electromecánico convencional con una cantidad de relés, temporizadores y contadores en su interior, solo que ahora estos elementos serán simulados electrónicamente y entonces comienzan a aparecer las primeras ventajas que ofrece este elemento, en la figura 1.3 Se puede apreciar el equipo.

- La conexión de estos elementos no se hará con cables sino en su gran mayoría mediante el programa, con la consecuente disminución de la mano de obra y tiempo de cableado.
- La cantidad de contactos normalmente cerrados o normalmente abiertos por cada elemento simulado, o por cada elemento real conectado al equipo, tiene una sola limitación que es la capacidad de controlador elegido.
- En los contactos programados, realizados por la lógica del PLC no hay posibilidad de contactos sucios o bornes flojos, lo que lleva al mantenimiento a una máxima expresión.
- Al no tratarse de un equipo dedicado exclusivamente a una aplicación, es posible adecuarlo a cualquier tipo de maquina o proceso con solo desarrollar el programa adecuado.
- Soportan sin problemas ruidos eléctricos, magnetismo, vibraciones y no necesitan de un ambiente especialmente acondicionado para funcionar.



Fig. 1.3 PLC

1.8. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN ETHERNET

Ethernet se está afianzando en el sector industrial. Ordenadores personales, impresoras y demás equipos periféricos con tarjetas de interfaz de red Ethernet se están utilizando cada vez más en el ambiente industrial y la aceptación de Ethernet va en aumento, en la misma medida del uso creciente de enrutadores y commutadores inteligentes. Aún existen algunas barreras a la aceptación de Ethernet en el ambiente industrial, pero eso se debe a la falta de un nivel aceptable de softwares en las plantas y la falta de conocimiento acerca de la conectividad ofrecida por Ethernet en la automatización industrial. [8]

1.8.1. Tecnología Ethernet/IP

Ethernet/IP utiliza todos los protocolos del Ethernet tradicional, incluso el Protocolo de Control de Transmisión (TCP), el Protocolo Internet (IP) y las tecnologías de acceso mediático y señalización disponibles en todas las tarjetas de interfaz de red (NICs) Ethernet. Al basarse en los estándares tecnológicos Ethernet, el Ethernet/IP blasona la garantía de un cabal funcionamiento con todos los dispositivos del estándar Ethernet/IP utilizados en la actualidad. Y lo mejor es que al apoyarse en los estándares de esa plataforma tecnológica, el Ethernet/IP, con toda la seguridad, evolucionará de manos dadas con la evolución de la tecnología Ethernet. [8]

En la figura 1.4 se puede observar el protocolo de comunicación Ethernet

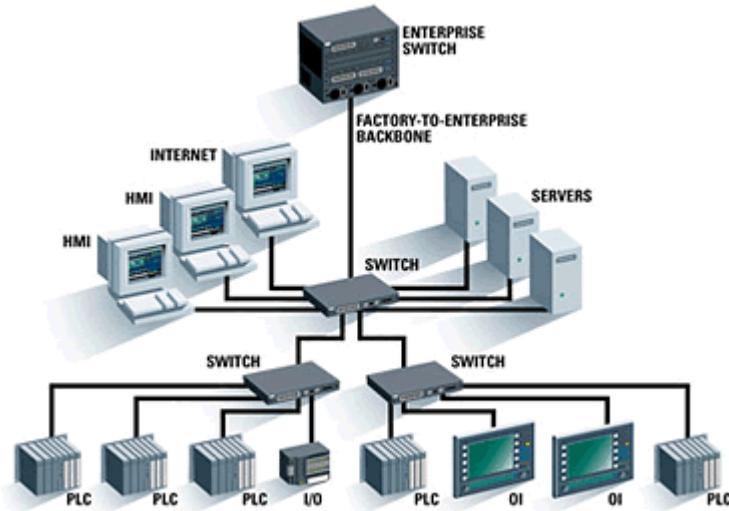


Fig. 1.4 Protocolo de comunicación Ethernet

1.9. CONTACTOR

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos).

Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada" [9], en la figura 1.5 se puede apreciar un contactor.



Fig. 1.5. Contactor

1.10. ARRANCADOR SUAVE

Los Arrancadores Suaves optimizan las secuencias de arranque y de parada (aceleran y desaceleran), aumentan la productividad, permiten ahorro de energía / mantenimiento y protegen los motores de inducción trifásicos [10], en la figura 1.6. podemos apreciar diferentes tipos de arrancadores suaves.



Fig. 1.6. Arrancadores suaves

1.11. RS LOGIX 500, ALLEN-BRADLEY ROKWELL AUTOMATION INC.

La familia RSLogix™ de la norma IEC-1131-compatible con los paquetes de programación de lógica de escalera le ayuda a maximizar el rendimiento, ahorrar tiempo de desarrollo de proyectos, y mejorar la productividad. Esta familia de productos se ha desarrollado para funcionar en Microsoft® Windows® sistemas operativos [11].

La plataforma del MicroLogix 1400 mejora la productividad y reduce el costo total de adquisición, ya que el software cuenta con características que reducen los dispositivos a utilizar en campo.

Los diagnósticos y las rutinas de autocomprobación realizados por sistemas basados en un microprocesador han sido objeto de grandes avances a lo largo de los años. Los controladores lógicos programables como el MicroLogix 1400 su programación y configuración pueden realizarse en línea, inclusive en su configuración, cableado y rendimiento, así como para monitorear los detectores y los dispositivos de salida, dichas

configuraciones se realizan mediante el uso del RsLogix 500, en la figura 1.7. se puede apreciar el ambiente de programación del RsLogix 500

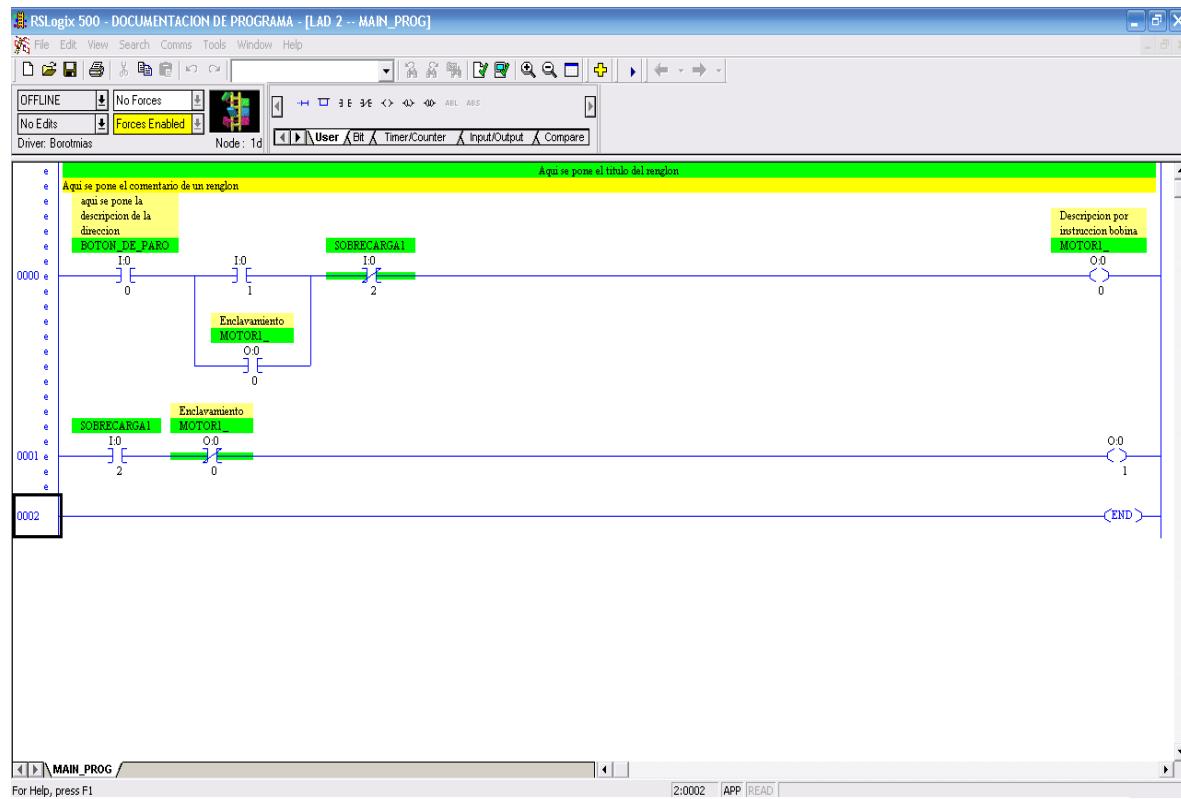


Fig. 1.7. Software RsLogix 500



CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

EN EL SIGUIENTE CAPÍTULO SE JUSTIFICA LA CREACIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN EN LA ACUICULTURA PARA LA CRÍA DE PEZ TILAPIA, CONTROLANDO OXIGENO Y NIVEL.

2.1. SISTEMA ACTUAL

El estado en que se encuentra actualmente el área acuícola no cuenta con ningún sistema automatizado para controlar las variables, solo cuenta con:

- Bomba de agua de 250 HP localizada en el pozo de alimentación de agua
- 40 estanques en engorde I, 40 estanques en engorde II con medidas de 12.5 m.
- 16 estanques en área de precría con medidas de 9.5 m.
- Un pozo de agua para abastecer cada una de las etapas
- Un sistema de bombeo que abarca del pozo a cada una de las etapas
- En etapa de precría cuenta con 4 Blowers
- En etapa de engorde I cuanta con 40 aireadores
- En etapa de engorde II cuanta con 80 aireadores

2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo de este trabajo se basa en la necesidad de adaptar una especie de pez, en este caso tilapia ya que esta especie es de un clima cálido en una zona fría y donde el clima es bastante frío, otro factor importante es que la oxigenación del agua y su temperatura son vitales para el desarrollo de esta especie.

Con el control adecuado de cada una de las variables como el oxígeno, será de bastante ayuda, ya que cumpliendo con una buena manipulación de esta variable, se obtendrá una buena producción, en cuanto a número de peces y su calidad, así mismo controlar su recirculación de agua será vital para una buena crianza.

2.3. MÓDULOS DE CRANZA DEL PEZ TILAPIA

Durante el crecimiento del pez tilapia, pasará por varios niveles de estanques, ya que cada nivel tendrá sus diferentes condiciones para su mejor crecimiento. Los 3 niveles por los que pasará el pez serán los siguientes:

- Módulo de precría
- Módulo de engorde I
- Módulo de engorde II

2.3.1. Módulo de precria

En este primer módulo de precria, llegan los peces muy pequeños para empezar su ciclo de engorda, estan ubicados en solo 4 estanques de 16 del total, de 9.5 m de diametro y 1.5 m de altura, asi mismo cuenta con 4 Blowers de 2.5 hp que mantendran oxigenados los 4 estanques; los 12 estanques restantes son de reserva para un crecimiento de la produccion.

El área de longitud del módulo de precria, tiene 47.5 m de ancho, 45 m de largo y un total de $2,137.5 \text{ m}^2$, como se muestra en la figura 2.1.

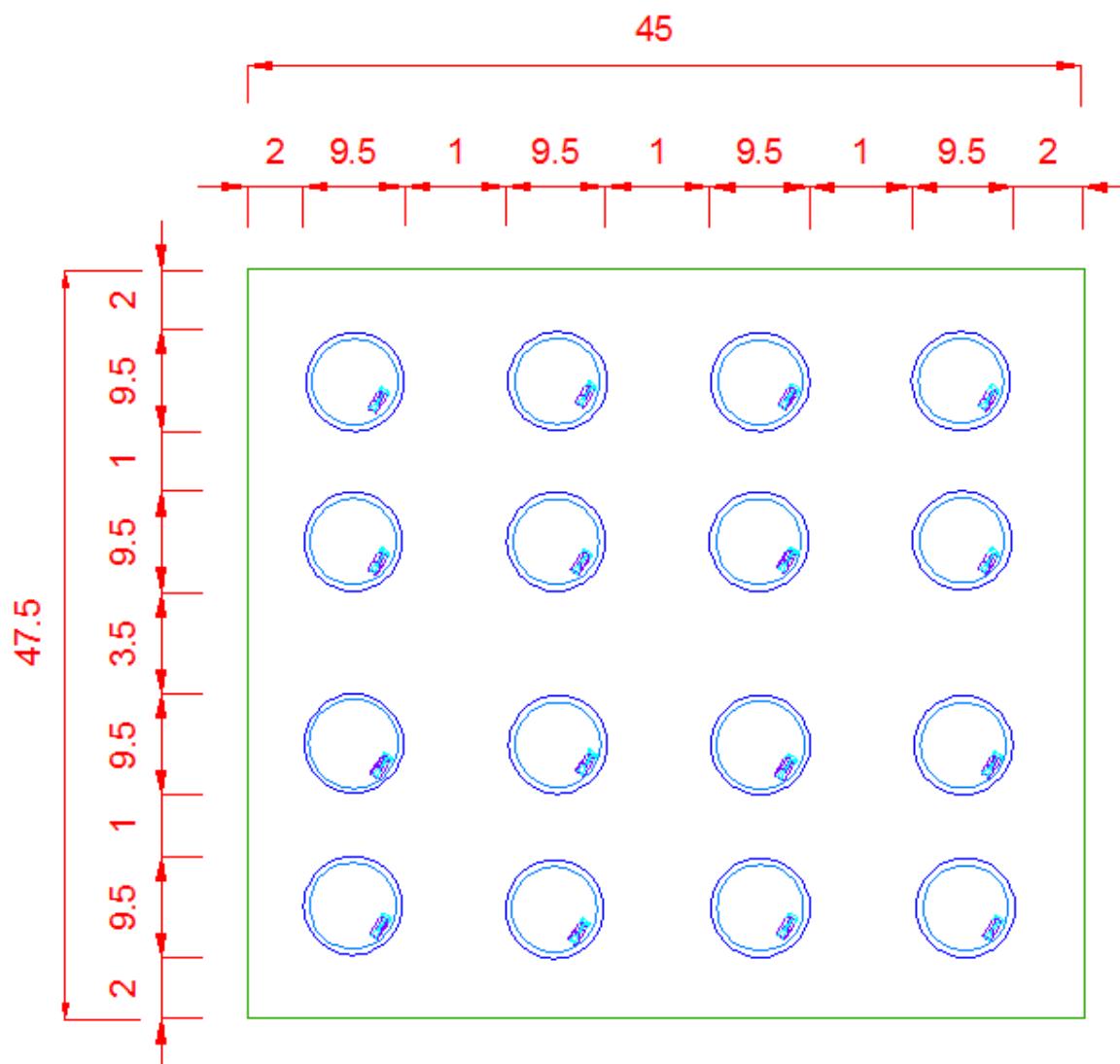


fig. 2.1. Distribucion de medidas del módulo de precria

2.3.2. Módulo I y II de Engorde I

Cuando el pez tiene un tamaño y peso ideal para cambiar de area o estanque, es llevado a los módulos I o II dentro de la etapa de engorde 1, ahí cambiara el sistema de oxigenacion, pasaran de blowers de 2.5 hp a aireadores de 2 hp, solo contaran con un aireador por estanque, asi mismo cambiarian las dimensiones de los estanques, seran de 12.5 m de diametro y 1.5 m de altura.

Las medidas de longitud de los módulos I y II de etapa de engorde I, son las mismas, cuantan con 59.5 m de ancho y 70.5 m de largo, con un total de 4,194.8 m², como se muestra en la figura 2.2.

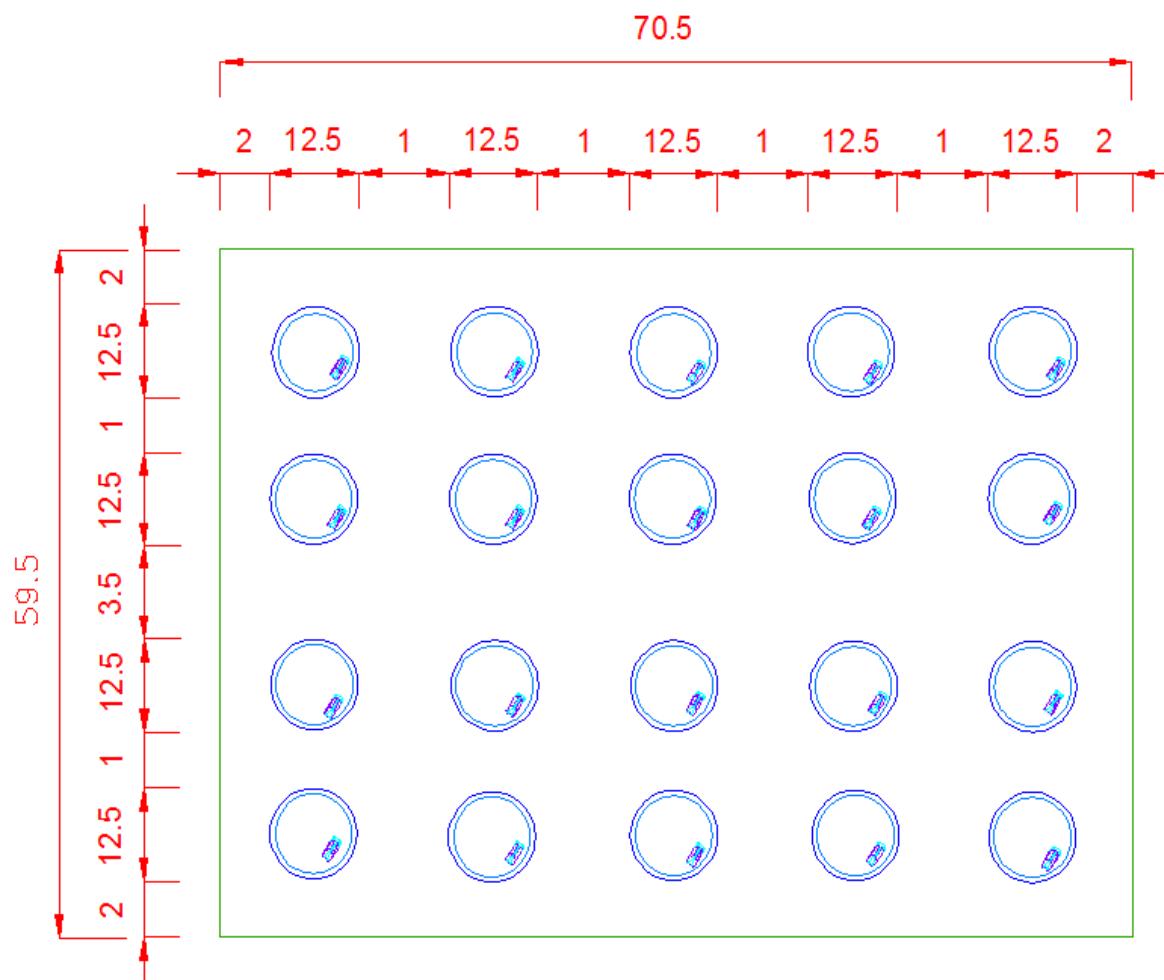


fig. 2.2. Medidas de los estanques de los módulos I y II de la etapa de engorde I

2.3.3. Módulo I y II de Engorde II

Cuando el pez esta en una etapa media, pasa al módulo de engorde II, donde sera alimentado diferente y tendra mas espacio para poder desarrollarse ya que se introducen menos peces a cada estanque, para que pueda crecer de mejor forma. Al igual que en la etapa de engorde I, las medidas de los estanques seran de 12.5 de diametro y 1.5 de altura. La diferencia de la etapa de engorde I, es que en la etapa de engorde II cada estanque contara con 2 aireadores de 2 hp.

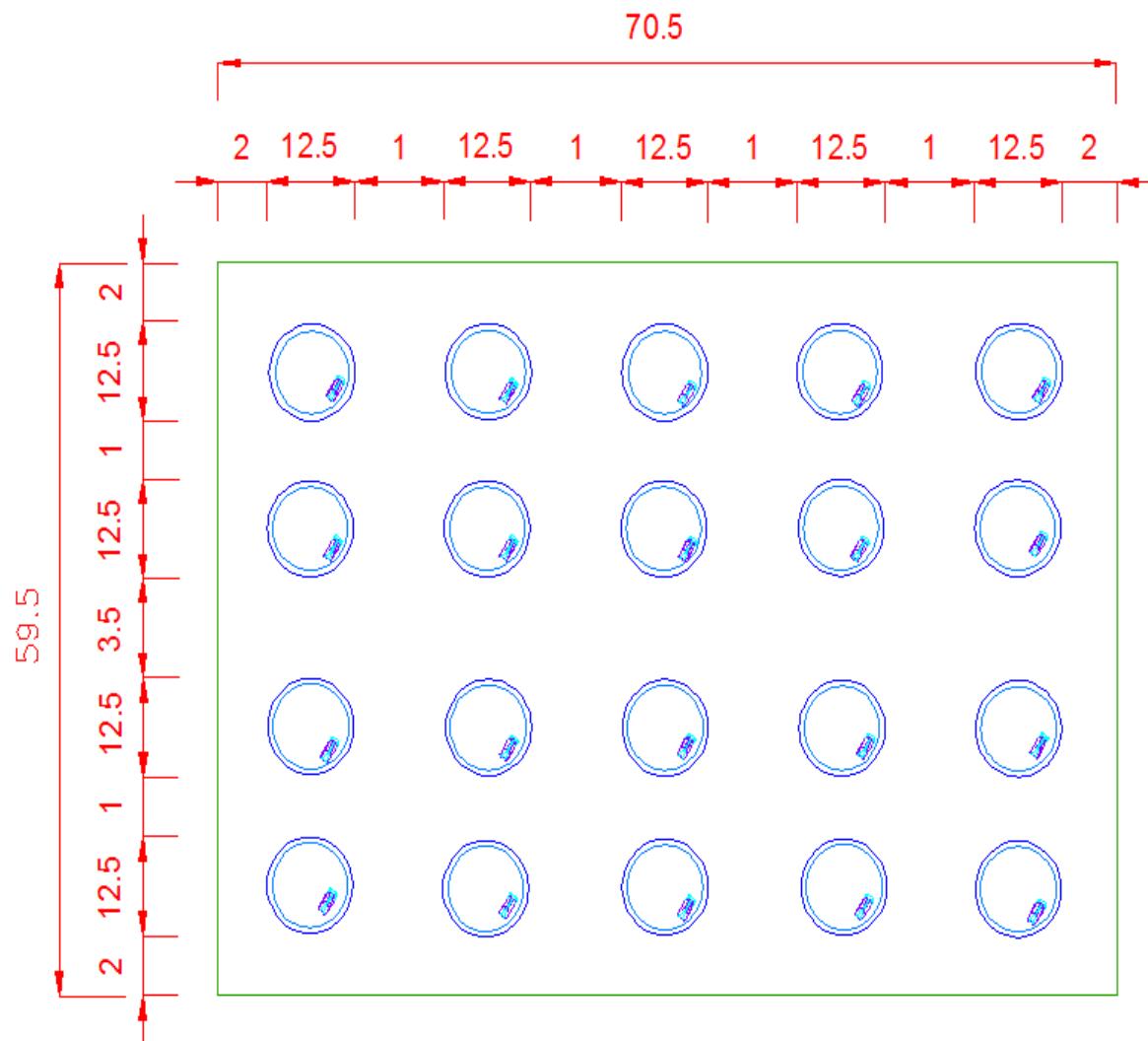


fig. 2.3. Medidas de los estanques de los módulos I y II de la etapa de engorde II

2.4. ÁREA DE CULTIVO

Como se muestra en la figura 2.4., se aprecian los 5 módulos, 1 de precia, dos de engorde I, y dos de engorde II, así como una laguna de oxidación donde llegara el agua que se recirculo por cada uno de los estanques, también se aprecia del lado derecho, un pozo de donde se tomara el agua para los módulos.

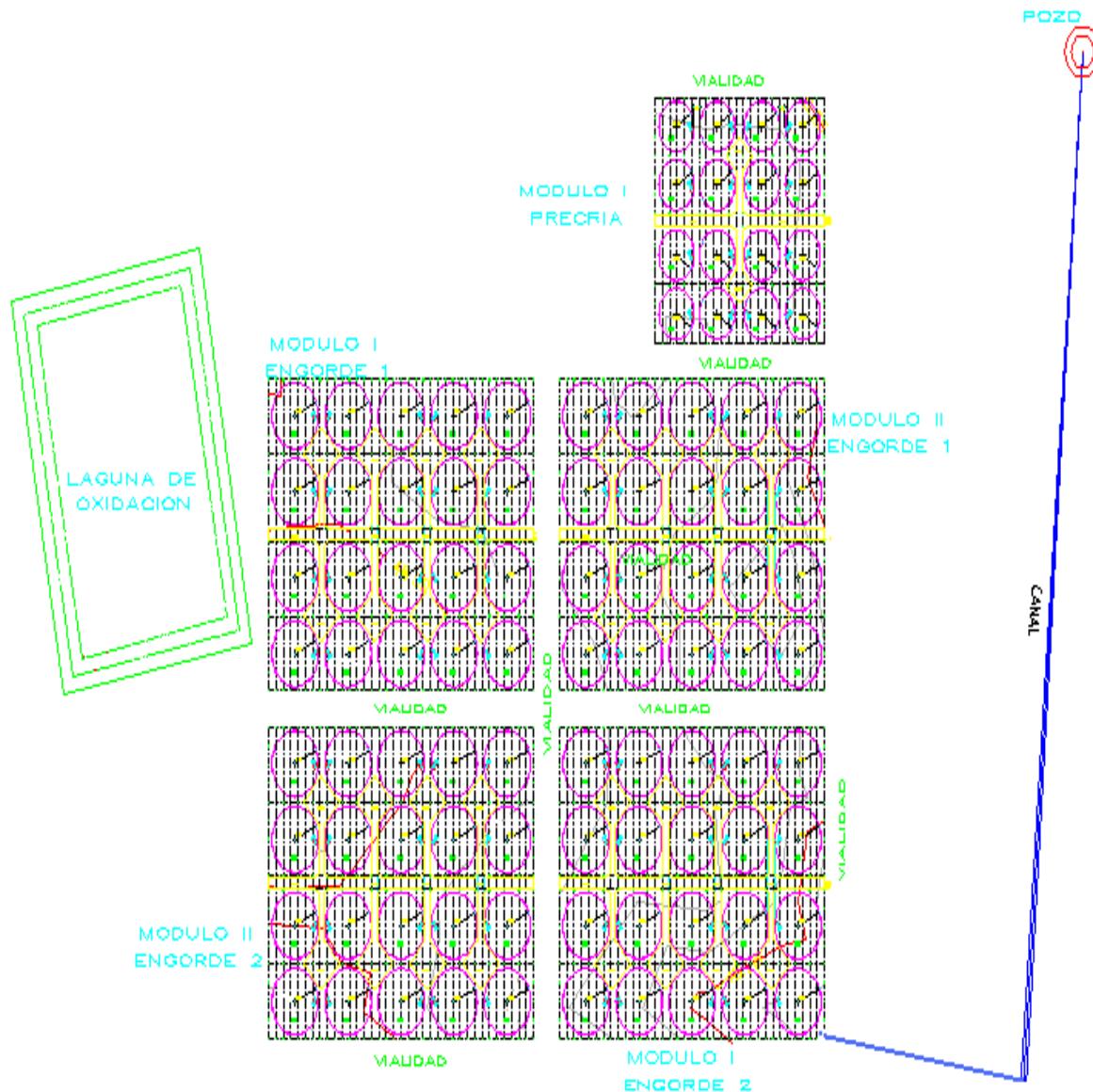


fig. 2.4. Plano del área de cultivo

2.5. BLOWER

Un blower no es más que un soplante, se usa para meter aire en cualquier área o superficie, proporciona caudales de aire elevados a presiones entre 1 – 3 bar, por encima de estos parámetros, entonces se utilizan los compresores.

El Blower se utilizaran en 4 estanques del área de precría, para poder tener oxigenados los estanques y los peces se mantengan con buena concentración de oxígeno. El blower a utilizar se muestra en la figura 2.5.



Fig. 2.5. Blower

2.6. BOMBA DE 250 HP

Una bomba es un dispositivo que transforma energía, aplicándola para mover el agua. Este movimiento, normalmente es ascendente. Todas constan de un orificio de entrada (de aspiración) y otro de salida (de impulsión).

En general una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover al fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

En esta área de acuicultura se utilizará una bomba de 250 hp, como se muestra en la figura 2.6., para poder suministrar agua a cada uno de los estanques, la bomba estará ubicada en el pozo, donde será la fuente para aspirar el agua.

Descripción:

- Potencia Máxima: 250 HP – 5000 rpm
- Cilindrada: 3130 cm³
- Revoluciones máximas por minuto: 4500-5000
- Sistema de lubricación: Por Inyección de aceite
- Sistema de Arranque: Eléctrico
- Consumo de combustible: 80 l/h
- Peso: 200 kg
- Factor de Servicio: 1.15, a 40º C
- Estándares de eficiencia NOM-016-ENER 2010

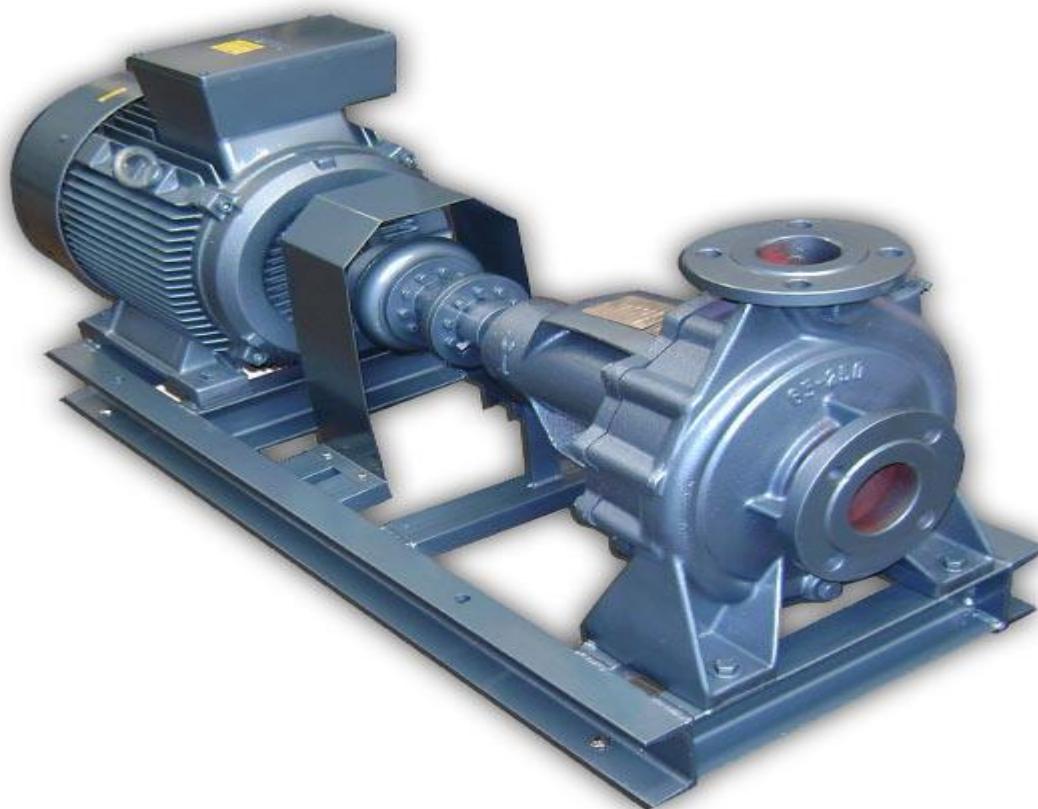


Fig. 2.6. Bomba de 250 HP

2.7. AIREADOR

Una baja concentración de oxígeno disuelto en el cultivo trae como consecuencia el estrés del organismo cultivado, lo cual tiene como consecuencia un bajo rendimiento en su crecimiento, e inclusive su muerte, y con esto una pérdida económica para el productor. Por lo anterior, uno de los principales problemas con la que el acuicultor se enfrenta es una baja concentración de oxígeno disuelto en el cultivo. Actualmente una solución dada a este problema, consiste en la utilización de aireadores.

Concluyendo que la oxigenación es una variable importante a controlar, debido a que los peces necesitan oxigenación permanente, se colocaran un aireador por cada estanque, excepto en el área de engorde II se colocaran 2 aireadores por cada estanque ya que el pez lo requiere para su desarrollo. ^[12]

Los aireadores van a ser activados bajo un sensor de oxígeno disuelto que va a ir incorporado en cada estanque, cuando el estanque no tenga el oxígeno necesario, bajo los parámetros que hayamos indicado, el sensor mandara la señal al transmisor, el transmisor al PLC, y el PLC activara el o los aireadores. ^[8]

El tipo de aireador que se va a implementar será el de paletas, los cuales utilizan motores de inducción trifásicos, siendo esta la carga eléctrica, como se muestra en la fig. 2.7.



Fig. 2.7. Aireador de paletas de 2 HP.

Especificaciones Aireador

Potencia: 2HP, Monofásico 220/440V en 60 Hz

8 rotores de nylon con 5 paletas

Peso: 110 Kg

Dimensiones Generales: 1,63 (C) x 2,36 (L) x 0,95 (A) m

03 Flotadores en HDPE

Aplicación: 0,25 a 6,0 ha para granjas de camarones, peces y tanques de depuración.



CAPÍTULO III

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y COMUNICACIÓN ETHERNET

EN ESTE CAPÍTULO SE ABORDARAN LOS DISPOSITIVOS QUE SE UTILIZARAN EN LA AUTOMATIZACIÓN DE LA ACUICULTURA, ASÍ COMO EL PROGRAMA.

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática principal de este centro acuícola, es debido a que no había un control en la oxigenación, y nivel de cada estanque, consecuentemente la producción no era satisfactoria por la mortalidad de peces.

La empresa solicito una propuesta de automatización, para poder controlar la oxigenación y control de nivel de cada uno de los estanques.

3.2. AUTOMATIZACIÓN EN EL ÁREA DE PRECRÍA

Para la automatización en este área se necesitara cuatro sensores de oxígeno disuelto, cuatro sensores de pH, cuatro sensores de nivel, un PLC.

En la siguiente figura 3.1. Se indica la distribución de los elementos de medición y blower en un estanque los cuales será la misma distribución para cada uno de los estanques del área de precría.

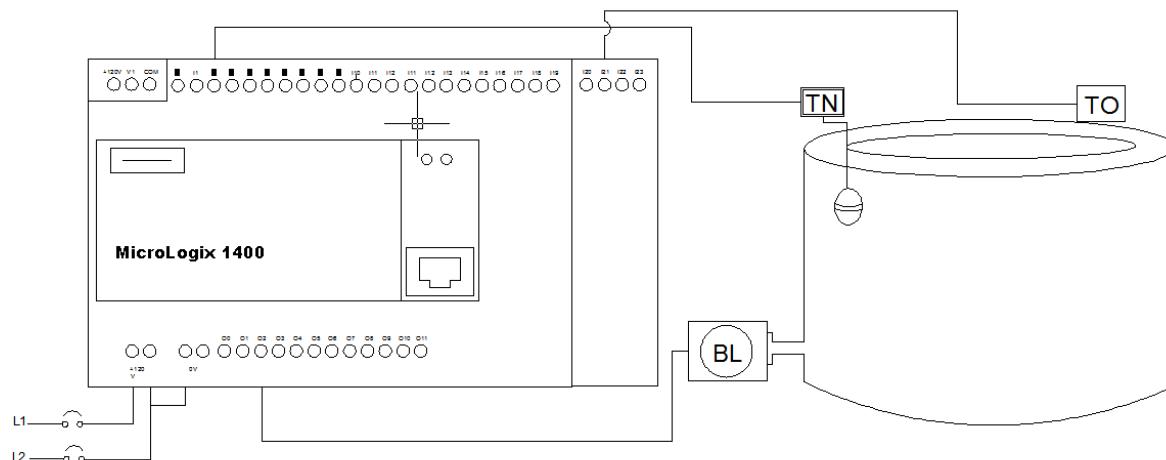


Fig. 3.1. Distribución de Equipos en Estanque

3.2.1. Diagrama eléctrico del área de precría

En el siguiente diagrama se muestra las conexiones eléctricas del PLC con los instrumentos de medición, que controlan las bobinas de los contactores de cada uno de los blowers, así como su diagrama de fuerza del motor del blower, en la tabla 3.1 se muestra el direccionamiento con explica brevemente cada una de las entradas y en la tabla 3.2 se muestra el direccionamiento con explica brevemente cada una de las salidas.



Tabla 3.1 Direccionamiento de entradas del PLC (precria)

SEÑAL	TIPO DE SEÑAL	DIRECCIONAMIENTO
BA: Da inicio al arranque secuencial	Digital (RELÉ)	I:0/0
BP: para el arranque secuencial	Digital (RELÉ)	I:0/1
SN1: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K1	Digital (RELÉ)	I:0/2
SN2: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K2	Digital (RELÉ)	I:0/3
SN3: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K3	Digital (RELÉ)	I:0/4
SN4: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K4	Digital (RELÉ)	I:0/5
SO1: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K1	Analógica (4 a 20 mA)	I:7
SO2: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K2	Analógica (4 a 20 mA)	I:4
SO3: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K3	Analógica (4 a 20 mA)	I:5
SO4: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K4	Analógica (4 a 20 mA)	I:6
BSM: selecciona el arranque manual	Digital (RELÉ)	I:0/6
BSA: selecciona el arranque automático	Digital (RELÉ)	I:0/7

Tabla 3.2 Direccionamiento de salidas del PLC (Precria)

SEÑAL DE SALIDA	TIPO DE SEÑAL	DIRECCIONAMIENTO
K1: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/0
K2: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/1
K3: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/2
K4: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/3

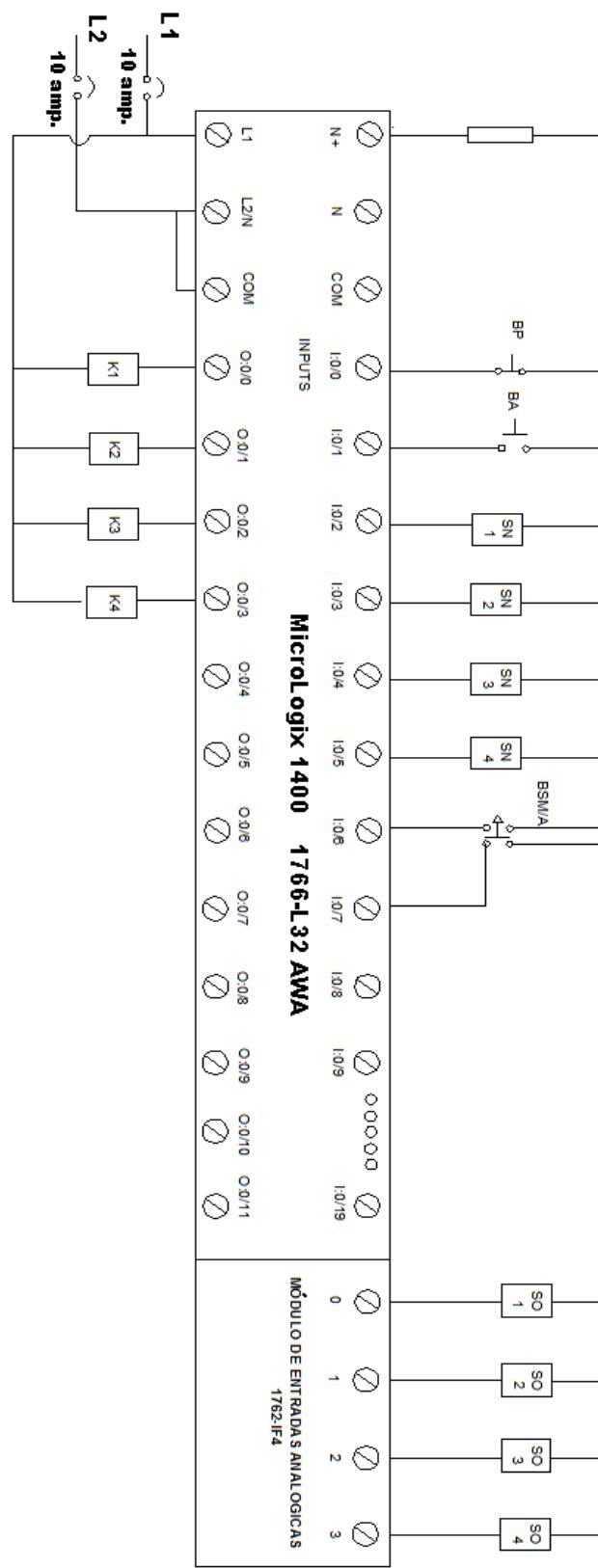


Fig. 3.2. Diagrama Eléctrico de Control del Área de Precria

En la figura 3.3, se observa el diagrama de fuerza del motor de un blower, el cual está conformado por la alimentación eléctrica trifásica seguida de un interruptor de cuchillas, con tres fusibles de 30 Amp, un contactor (sus especificaciones se muestran el capítulo 3.2), un relevador de sobrecarga, el motor de aireador para lo cual este diagrama es igual para cada uno de los blowers.

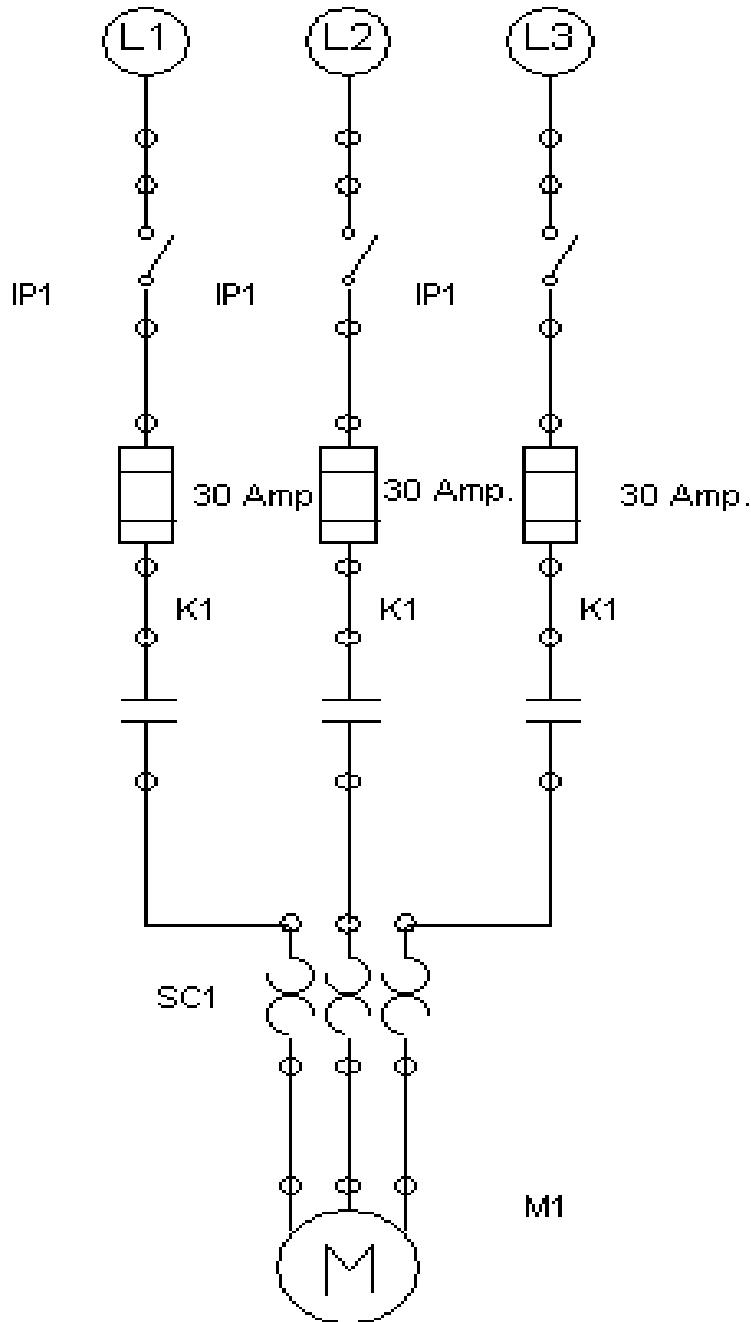


Fig. 3.3. Diagrama Eléctrico de Fuerza del Área de Precria

3.2.2. Distribución de cableado eléctrico.

Ubicados los gabinetes para poder controlar a los veinte aireadores. Esto es con la finalidad de tener solamente un solo punto de control y solamente realizar la distribución eléctrica hacia cada aireador, la cual se lleva a cabo con soportería tipo charola de escalera o de malla.

En la figura 3.4. se aprecia los 4 estanques de precría que van a ser utilizados, con su respectiva ruta eléctrica, que va del cuarto de control a los estanques.

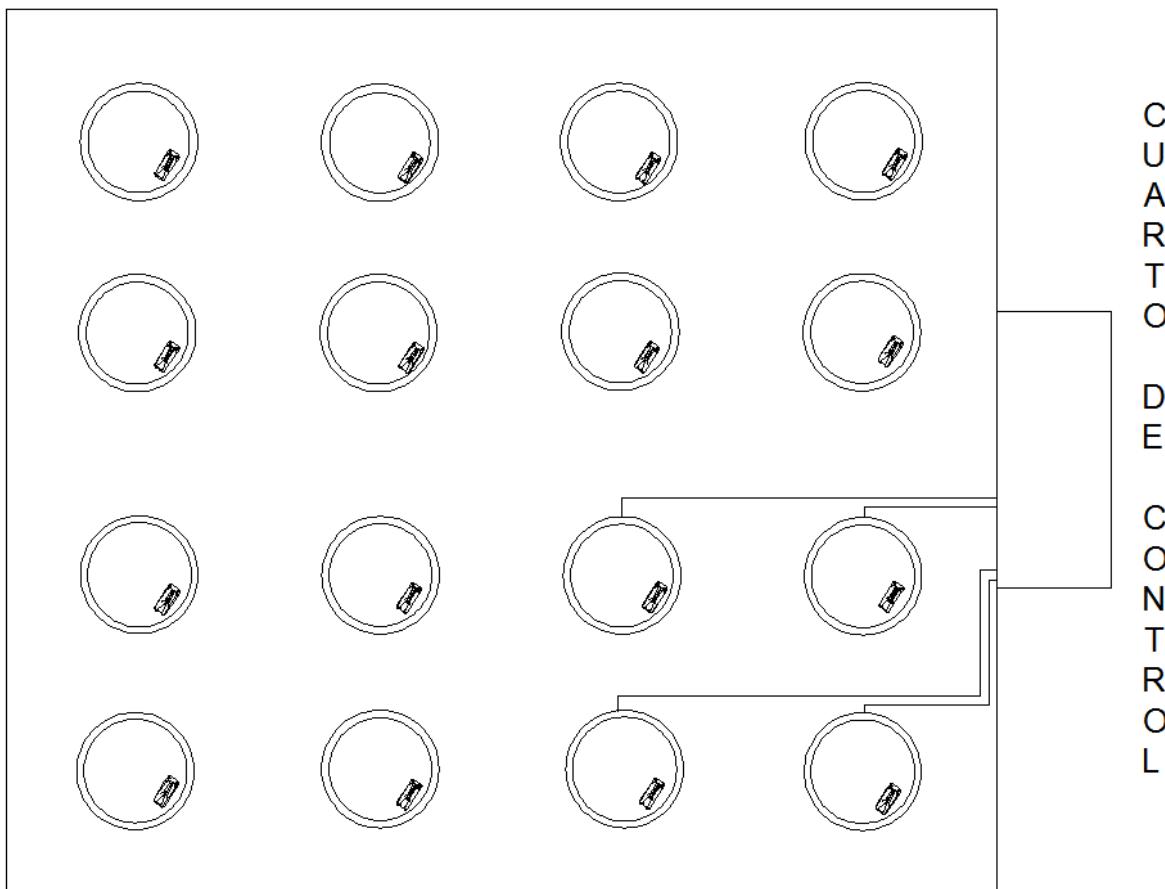


Fig. 3.4. Ruta de Cableado eléctrico de precría

3.3. AUTOMATIZACIÓN EN EL ÁREA DE ENGORDE I

El equipo a utilizar en el área de engorde I será Dos MicroLogix 1400, dos tarjetas de expansión de 8 salidas a relé a 220 VCA, una tarjeta de expansión de 8 entradas a relé a 120 VCA, diez tarjetas de expansión de 4 entradas analógicas de 4 a 20 mA cada tarjeta, 40 sensores de oxígeno disuelto, y cuarenta sensores de nivel tipo flotador, El material esta especificado en el subcapítulo 3.3.

La distribución de los equipos en cada estanque se muestra en la figura 3.5.

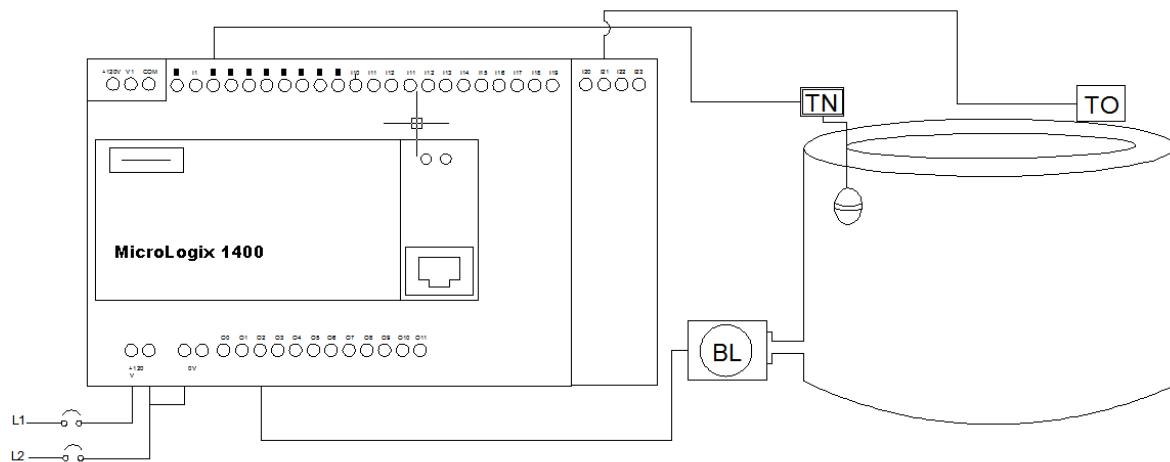


Fig. 3.5. Distribución de Equipos en Estanque

3.3.1. Diagramas eléctricos, de control y fuerza del área de engorde I

Los diagramas que se muestran son solo para el modulo 1 ya que será el mismo caso para el modulo 2

En el siguiente diagrama se muestra las conexiones eléctricas del PLC con los instrumentos de medición, que controlan las bobinas de los contactores de cada uno de los aireadores, en las figuras 3.6, 3.7 y 3.8, en la tabla 3.3 se muestra el direccionamiento con explica brevemente cada una de las entradas y en la tabla 3.4 se muestra el direccionamiento con explica brevemente cada una de las salidas, se aprecia el diagrama de control y en la figura 3.9. se observa el diagrama de fuerza del motor del aireador.

Tabla 3.3 direccionamiento de entradas del PLC Engorde I Modulo I

SEÑAL	TIPO DE SEÑAL	DIRECCIONAMIENTO
SN5: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K1	Digital (RELÉ)	I:0/0
SN6: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K2	Digital (RELÉ)	I:0/1
SN7: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K3	Digital (RELÉ)	I:0/2
SN8: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K4	Digital (RELÉ)	I:0/3
SN9: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K1	Digital (RELÉ)	I:0/4
SN10: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K2	Digital (RELÉ)	I:0/5
SN11: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K3	Digital (RELÉ)	I:0/6
SN12: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K4	Digital (RELÉ)	I:0/7
SN13: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K1	Digital (RELÉ)	I:0/8
SN14: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K2	Digital (RELÉ)	I:0/9
SN15: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K3	Digital (RELÉ)	I:0/10
SN16: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K4	Digital (RELÉ)	I:0/11
SN17: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K1	Digital (RELÉ)	I:0/12
SN18: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K2	Digital (RELÉ)	I:0/13
SN19: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K3	Digital (RELÉ)	I:0/14
SN20: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K4	Digital (RELÉ)	I:0/15
SN21: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K1	Digital (RELÉ)	I:0/16
SN22: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K2	Digital (RELÉ)	I:0/17
SN23: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K3	Digital (RELÉ)	I:0/18
SN24: sensor de nivel si detecta nivel	Digital (RELÉ)	I:0/19



bajo no deja funcionar a K3		
-----------------------------	--	--

BSM2: selecciona el arranque manual	Digital (RELÉ)	I:0/20
BSA2: selecciona el arranque automático	Digital (RELÉ)	I:0/21
SO5: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K5	Analógica (4 a 20 mA)	I:3
SO6: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K6	Analógica (4 a 20 mA)	I:4
SO7: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K7	Analógica (4 a 20 mA)	I:5
SO8: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K8	Analógica (4 a 20 mA)	I:6
SO9: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K9	Analógica (4 a 20 mA)	I:7
SO10: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K10	Analógica (4 a 20 mA)	I:8
SO11: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K11	Analógica (4 a 20 mA)	I:9
SO12: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K12	Analógica (4 a 20 mA)	I:10
SO13: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K13	Analógica (4 a 20 mA)	I:11
SO14: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K14	Analógica (4 a 20 mA)	I:12
SO15: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K15	Analógica (4 a 20 mA)	I:13
SO16: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K16	Analógica (4 a 20 mA)	I:14
SO17: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K17	Analógica (4 a 20 mA)	I:15
SO18: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K18	Analógica (4 a 20 mA)	I:16
SO19: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K19	Analógica (4 a 20 mA)	I:17
SO20: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K20	Analógica (4 a 20 mA)	I:18
SO21: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K21	Analógica (4 a 20 mA)	I:19
SO22: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K22	Analógica (4 a 20 mA)	I:20
SO23: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K23	Analógica (4 a 20 mA)	I:21
SO24: activa o desactiva a k24	Analógica (4 a 20 mA)	I:22

Tabla 3.4 Direccionamiento de salidas del PLC Engorde I Modulo I

SEÑAL DE SALIDA	TIPO DE SEÑAL	DIRECCIONAMIENTO
K5: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/0
K6: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/1
K7: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/2
K8: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/3
K9: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/4
K10: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/5
K11: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/6
K12: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/7
K13: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/8
K14: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/9
K15: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/10



K16: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/11
K17: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/12
K18: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/13
K19: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/14
K20: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/15
K21: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/16
K22: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/17
K23: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/18
K24: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/19

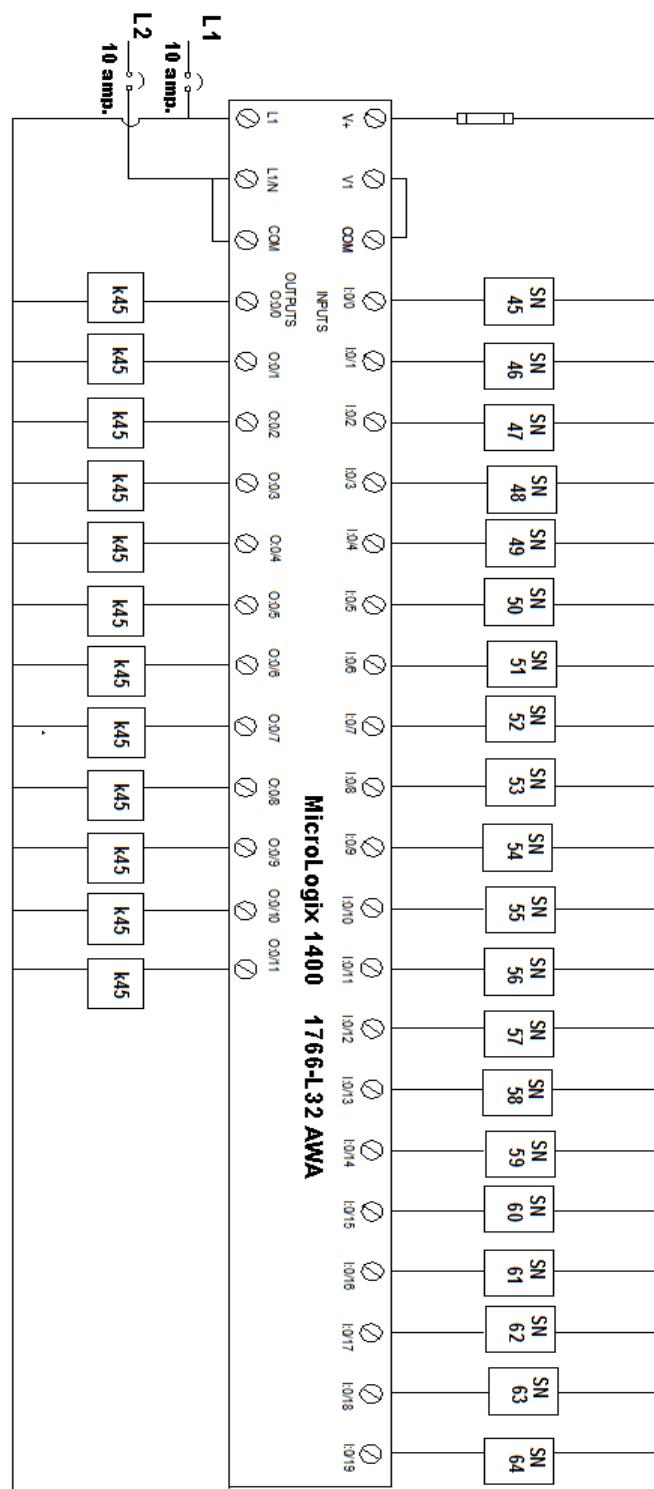


Fig. 3.6. Diagrama Eléctrico de Control de engorde I parte uno

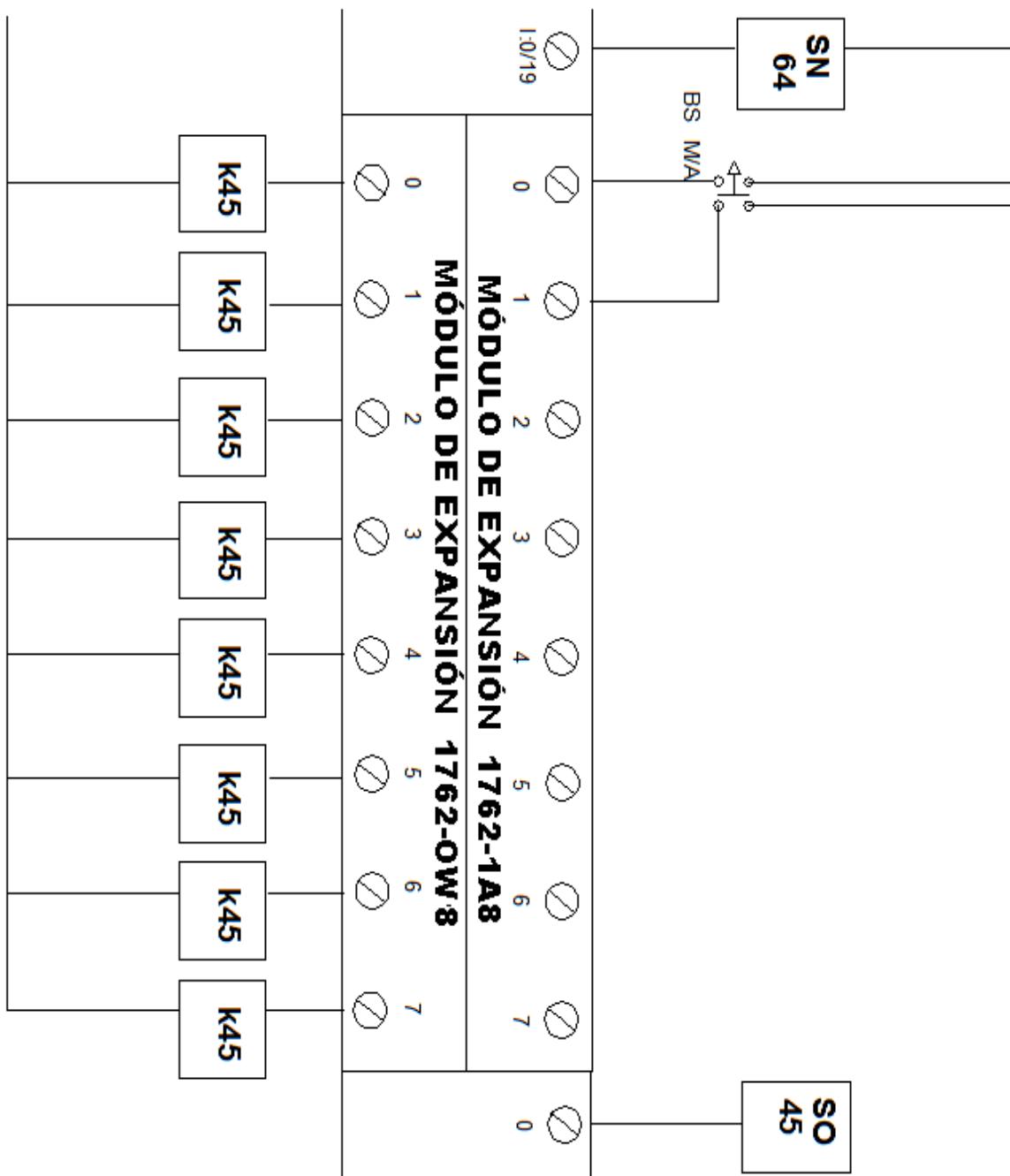


Fig. 3.7. Diagrama Eléctrico de Control de engorde I parte dos

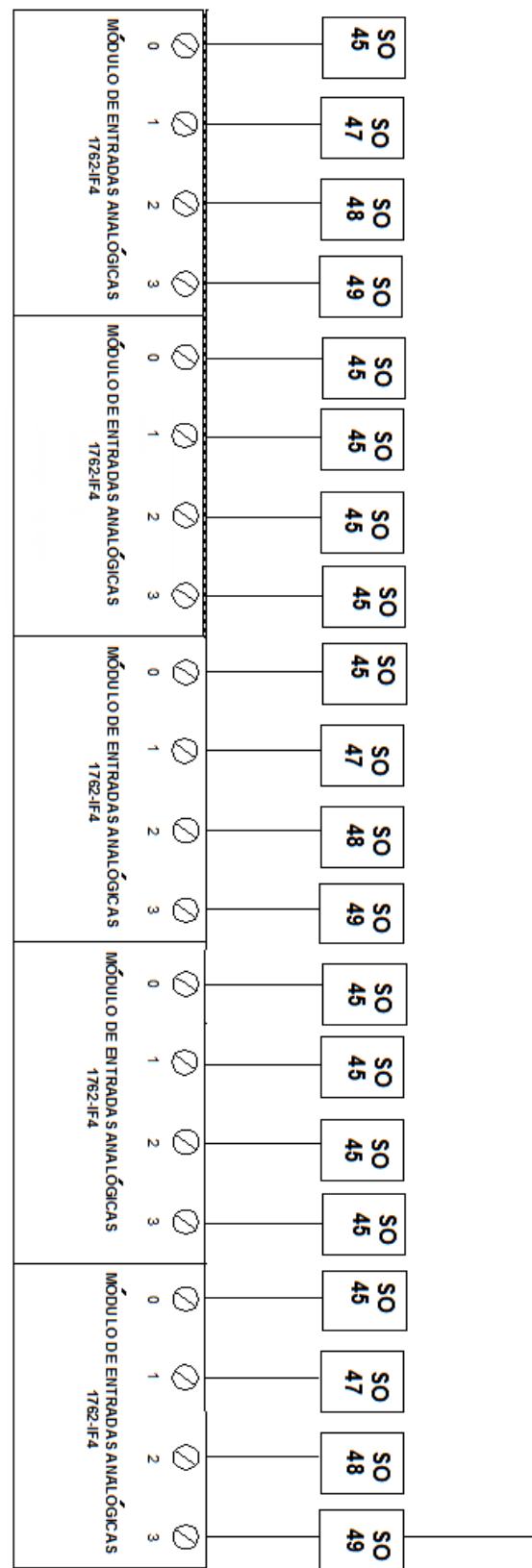


Fig. 3.8. Diagrama Eléctrico de Control de engorde I parte tres

En la figura 3.9., se observa el diagrama de fuerza del motor de un aireador el cual está conformado por la alimentación eléctrica trifásica seguida de un interruptor de cuchillas, con tres fusibles de 30 Amp, un contactor (sus especificaciones se muestran el capítulo 3.2), un relevador de sobrecarga, el motor de aerador para lo cual este diagrama es igual para cada uno de los blowers.

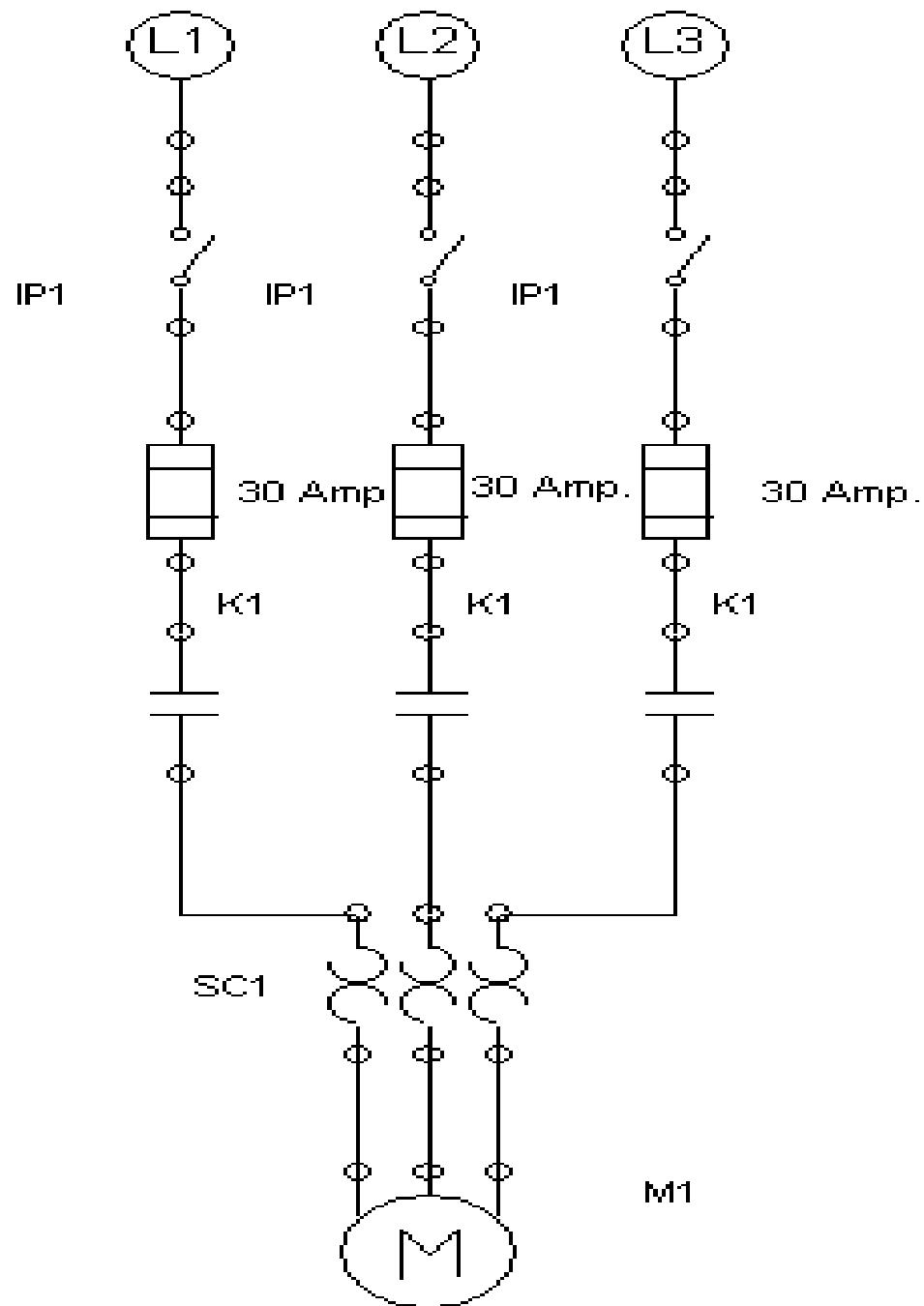


Fig. 3.9. Diagrama Eléctrico de Fuerza de engorde I

3.2.2. Distribución de cableado eléctrico en engorde I.

Ubicados los gabinetes para poder controlar a los veinte aireadores. Esto es con la finalidad de tener solamente un solo punto de control y solamente realizar la distribución eléctrica hacia cada aireador, la cual se lleva a cabo con soportería tipo charola de escalera o de malla.

En la figura 3.10. se aprecia los 20 estanques de engorde I que van a ser utilizados, con su respectiva ruta eléctrica, que va del cuarto de control a los estanques.

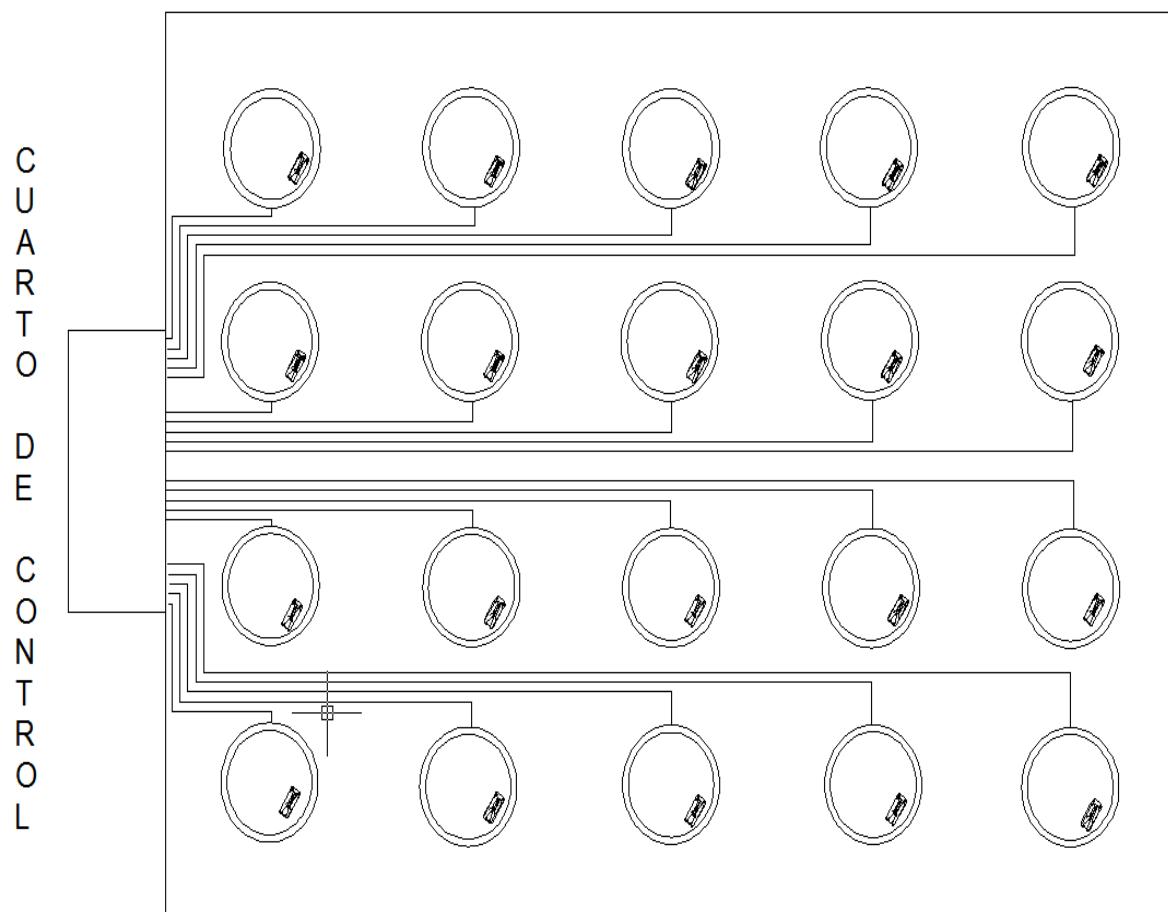


Fig. 3.10. Ruta de Cableado eléctrico de engorde I

3.4. AUTOMATIZACIÓN EN EL ÁREA DE ENGORDE II

El equipo a utilizar en el área de engorde I será cuatro PLC's MicroLogix 1400, dos tarjetas de expansión de 8 salidas a relé a 220 VCA, seis tarjetas de expansión de 4 entradas analógicas de 4 a 20 mA cada tarjeta, 40 sensores de oxígeno disuelto, y cuarenta sensores de nivel tipo flotador, El material esta especificado en el subcapítulo 3.3

La distribución de los equipos en cada estanque se muestra en la figura 3.11.

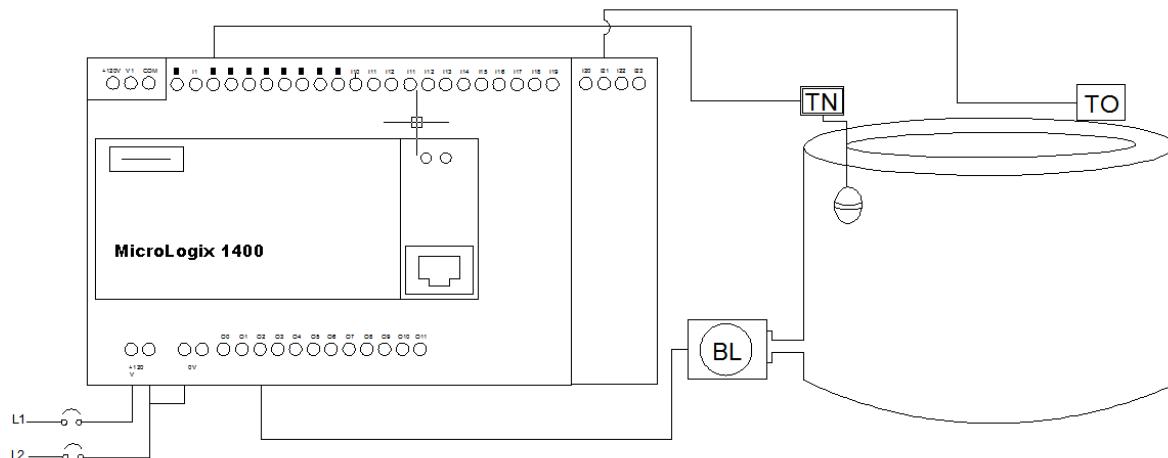


Fig. 3.11. Distribución de Equipos en Estanque

3.4.1. Diagramas eléctricos, de control y fuerza del área de engorde II

Los diagramas que se muestran son solo para el modulo 1 ya que será el mismo caso para el modulo 2

En el siguiente diagrama se muestra las conexiones eléctricas del PLC con los instrumentos de medición, que controlan las bobinas de los contactores de cada uno de los aireadores, en las figuras 3.12., 3.13 y, en la tabla 3.7 se muestra el direccionamiento con explica brevemente cada una de las entradas y en la tabla 3.5. se muestra el direccionamiento con explica brevemente cada una de las salidas. se aprecia el diagrama de control y en la figura 3.16. se observa el diagrama de fuerza del motor del aireador.

Tabla 3.5 Direccionamiento de salidas del PLC Engorde I Modulo II

SEÑAL	TIPO DE SEÑAL	DIRECCIONAMIENTO
SN45: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K45 y K46	Digital (RELÉ)	I:0/0



SN46: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K47, K48	Digital (RELÉ)	I:0/1
SN47: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K49 Y K50	Digital (RELÉ)	I:0/2
SN48: sensor de nivel si detecta nivel bajo no deja funcionar a K51 Y K52	Digital (RELÉ)	I:0/3
SN49: sensor de nivel si detecta nivel bajo no dejar funcionar a K53 Y K54	Digital (RELÉ)	I:0/4
SN50: sensor de nivel si detecta nivel bajo no dejar funcionar a K55 Y K56	Digital (RELÉ)	I:0/5
SN51: sensor de nivel si detecta nivel bajo no dejar funcionar a K57 Y K58	Digital (RELÉ)	I:0/6
SN52: sensor de nivel si detecta nivel bajo no dejar funcionar a K59 Y K60	Digital (RELÉ)	I:0/7
SN53: sensor de nivel si detecta nivel bajo no dejar funcionar a K61 Y K62	Digital (RELÉ)	I:0/8
SN54: sensor de nivel si detecta nivel bajo no dejar funcionar a K63 Y K64	Digital (RELÉ)	I:0/9
BSM2: selecciona el arranque manual	Digital (RELÉ)	I:0/10
BSA2: selecciona el arranque automático	Digital (RELÉ)	I:0/11
SO45: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K45 y K46	Analógica (4 a 20 mA)	I:3
SO46: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K47, K48	Analógica (4 a 20 mA)	I:4
SO47: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K49 Y K50	Analógica (4 a 20 mA)	I:5
SO48: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K51 Y K52	Analógica (4 a 20 mA)	I:6
SO49: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K53 Y K54	Analógica (4 a 20 mA)	I:7
SO50: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K55 Y K56	Analógica (4 a 20 mA)	I:8
SO51: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K57 Y K58	Analógica (4 a 20 mA)	I:9
SO52: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K59 Y K60	Analógica (4 a 20 mA)	I:10
SO53: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K61 Y K62	Analógica (4 a 20 mA)	I:11
SO44: sensor de oxígeno disuelto activa o desactiva a K63 Y K64	Analógica (4 a 20 mA)	I:12

Tabla 3.6 Direccionamiento de salidas del PLC Engorde I Modulo II

SEÑAL DE SALIDA	TIPO DE SEÑAL	DIRECCIONAMIENTO
K5: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/0
K6: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/1
K7: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/2
K8: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/3
K9: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/4
K10: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/5
K11: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/6
K12: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/7
K13: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros establecidos	Digital (RELÉ)	O:0/8
K14: se activan cuando el nivel de agua es el adecuado y cuando el oxígeno del agua no está dentro de los parámetros estab.	Digital (RELÉ)	O:0/9

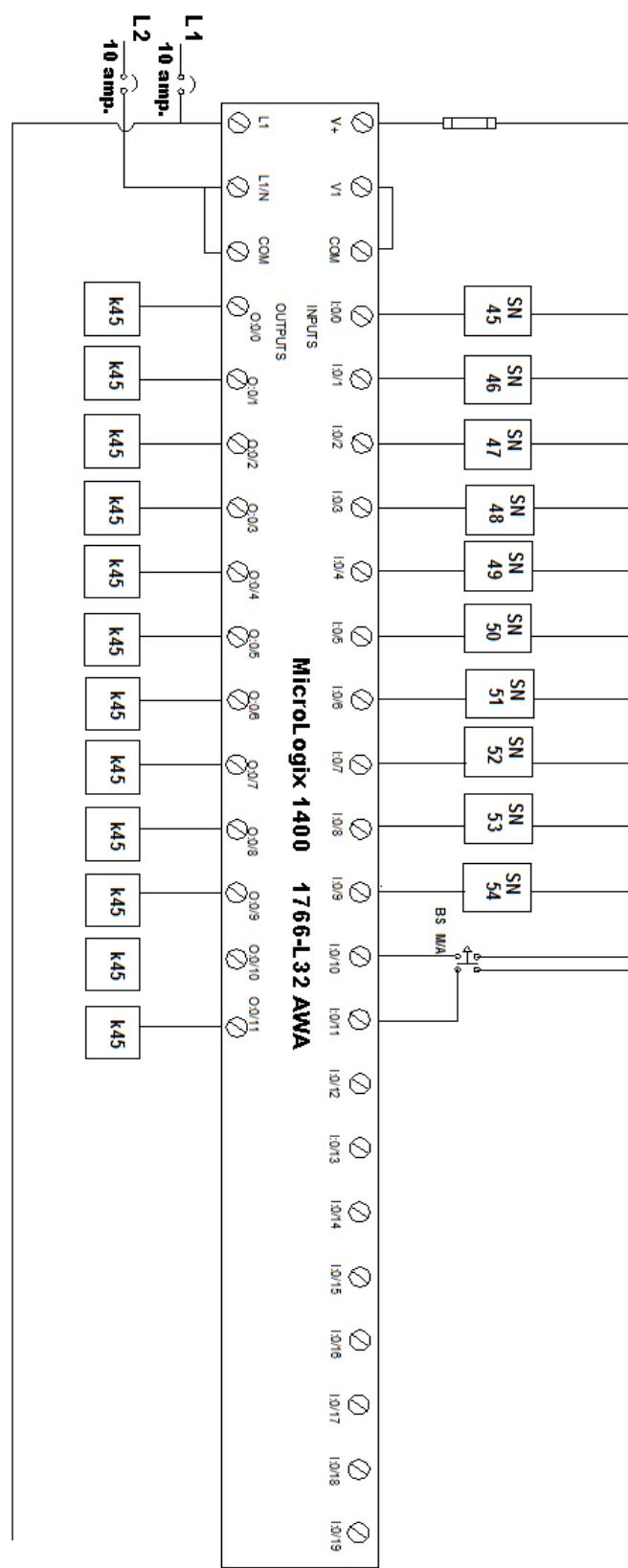


Fig. 3.12. Diagrama Eléctrico de Control de engorde II parte uno

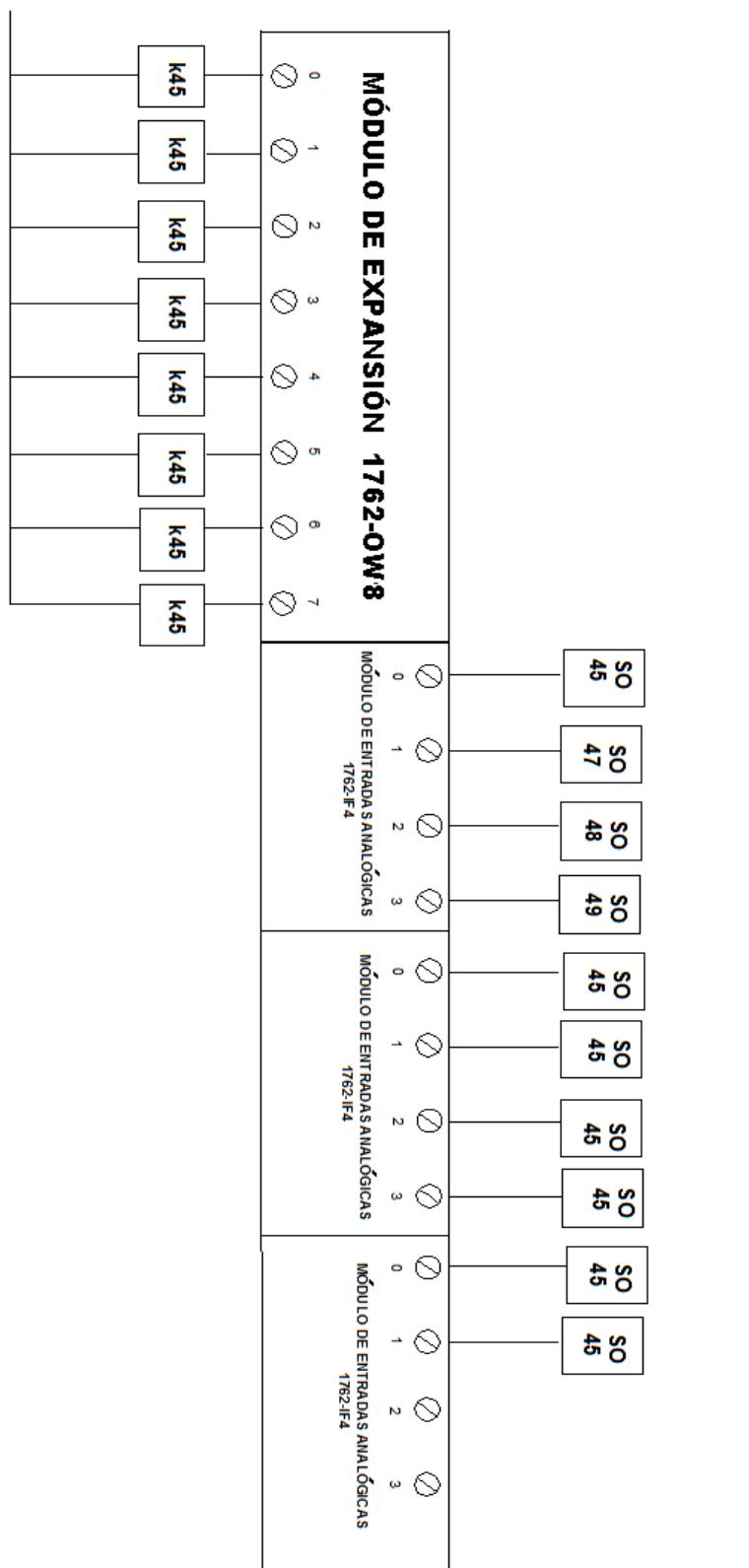


Fig. 3.13. Diagrama Eléctrico de Control de engorde II parte dos

En la figura 3.14., se observa el diagrama de fuerza del motor de un aireador el cual está conformado por la alimentación eléctrica trifásica seguida de un interruptor de cuchillas, con tres fusibles de 30 Amp, un contactor (sus especificaciones se muestran el capítulo 3.2, un relevador de sobrecarga, el motor de aireador para lo cual este diagrama es igual para cada uno de los blowers.

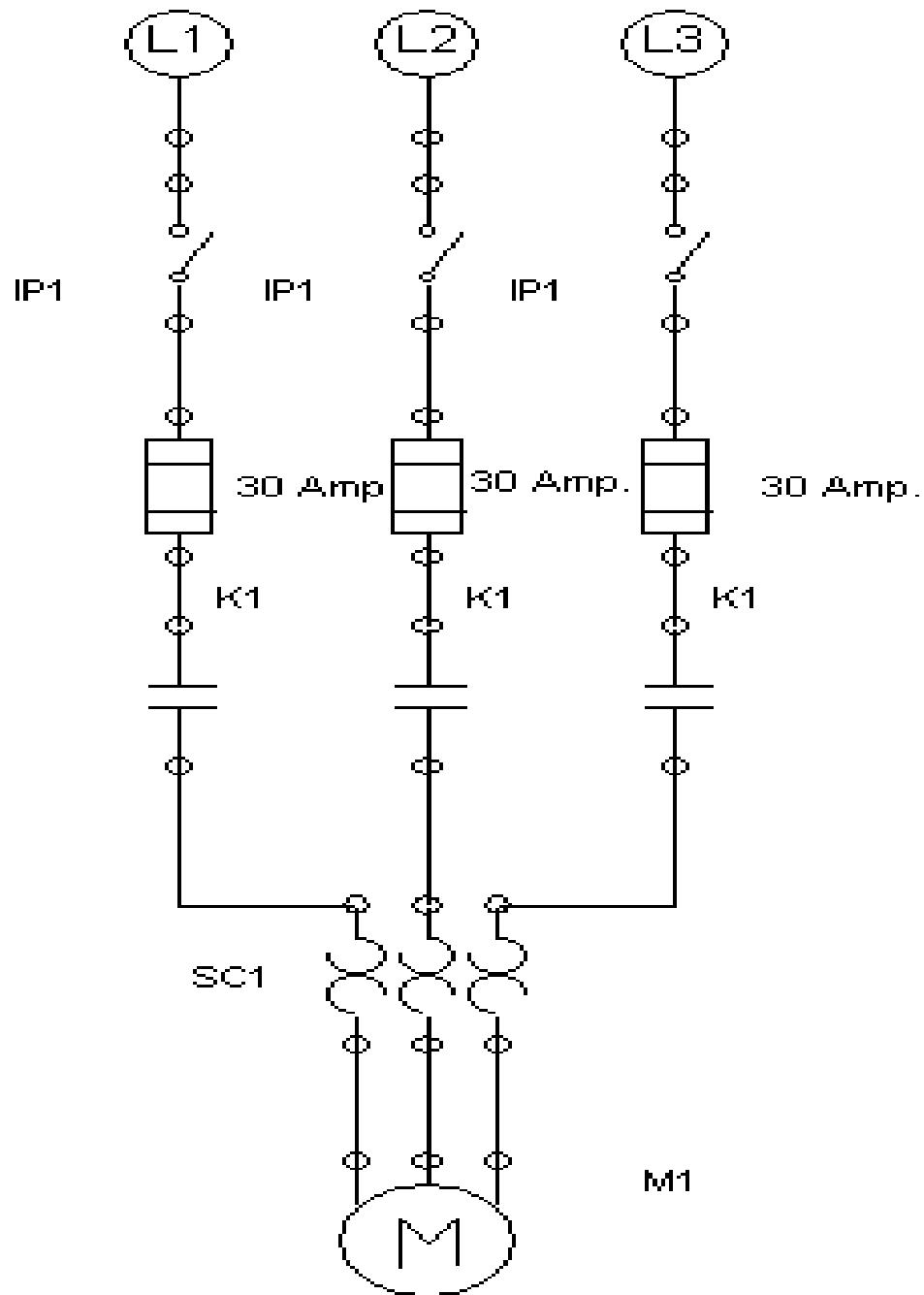


Fig. 3.14. Diagrama Eléctrico de Fuerza

3.4.2. Distribución de cableado eléctrico en engorde II.

Ubicados los gabinetes para poder controlar a los veinte aireadores. Esto es con la finalidad de tener solamente un solo punto de control y solamente realizar la distribución eléctrica hacia cada aireador, la cual se lleva a cabo con soportería tipo charola de escalera o de malla.

En la figura 3.15. se aprecia los 20 estanques de engorde I que van a ser utilizados, con su respectiva ruta eléctrica, que va del cuarto de control a los estanques.

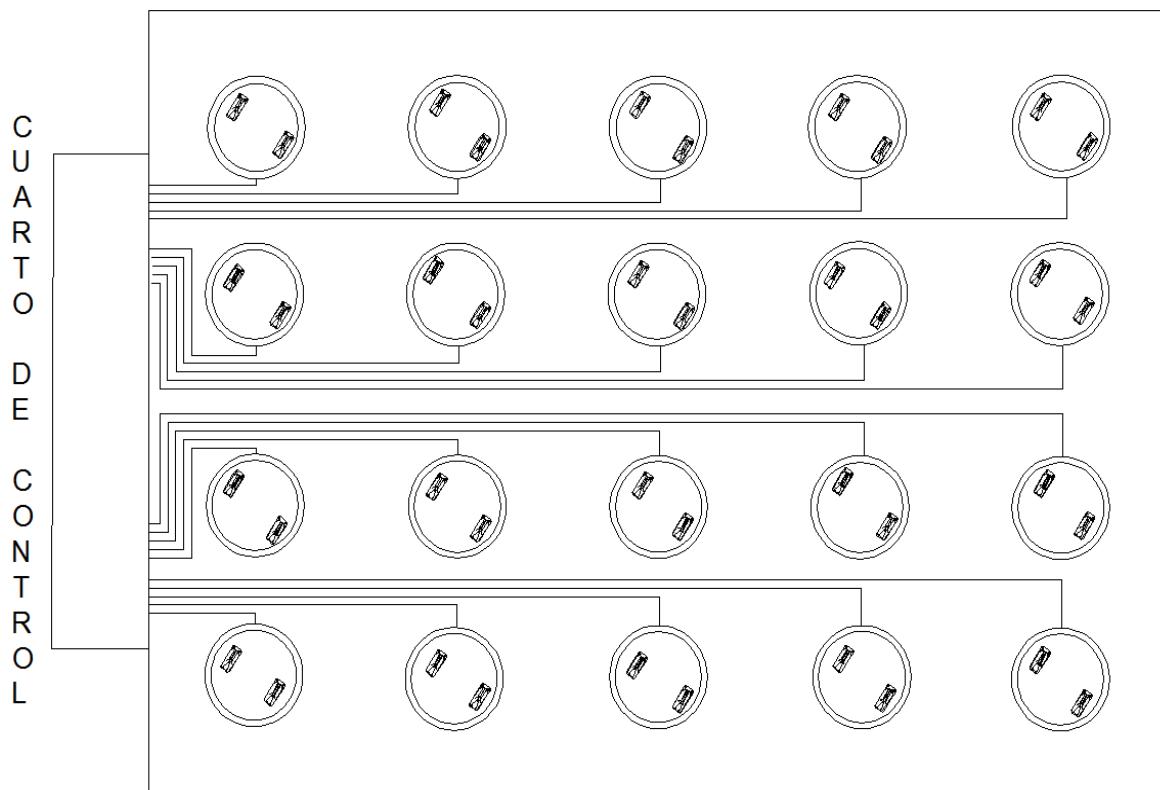


Fig. 3.15. Ruta de Cableado eléctrico engorde II

3.5. EQUIPO A UTILIZAR PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LOS ESTANQUES

Para llevar el control y automatización del centro acuícola, se necesitan diferentes dispositivos, como PLC's, módulos de expansión de entradas y salidas digitales y analógicas, contactores, botones de paro, sensores de oxígeno, interruptores de nivel, arrancador suave para la bomba.

3.5.1. PLC Micrologix 1400 1766-L32BWA

Este PLC fue seleccionado por la cantidad de entradas y salidas, también cuanta con protocolo de comunicación Ethernet, la cual será fundamental para llevará acabó el control secuencial de los blowers y poder monitorear desde un cuarto de control, el PLC RSLogix 1400 llevará acabo el arranque secuencial de los blowers y aeradores, en la figura 3.16. se puede apreciar el PLC RSLogix 1400 y en la tabla 3.7. se pueden observar las características del PLC RSLogix 1400.



Fig. 3.16. PLC RSLogix 1400 1766-L32BWA



Tabla 3.7. Características del PLC RSLogix 1400 1766-L32BWA

MicroLogix	1766-L32BWA	1766-L32AWA	1766-L32BXB	1766-L32BWAA	1766-L32AWAA	1766-L32BXBA		
Input Power	120/240 VAC		24V DC		120/240 V AC	24V DC		
Memory	non-volatile battery backed RAM							
User Program / User Data Space	10K / 10K configurable							
Data Logging / Recipe Storage	128 K (without Recipe) / up to 64 K (after subtracting Data Logging)							
Battery Back-up	Yes							
Back-up Memory Module	Yes							
Digital Inputs	(12) Fast 24VDC (8) Normal 24VDC	(20) 120VAC	(12) Fast 24VDC (8) Normal 24VDC	(12) Fast 24VDC (8) Normal 24VDC	(20) 120VAC	(12) Fast 24VDC (8) Normal 24VDC		
Digital Outputs	(12) Relay	(12) Relay	(6) Relay (3) Fast DC (3) Normal DC	(12) Relay	(12) Relay	(6) Relay (3) Fast DC (3) Normal DC		
Analog Inputs / Outputs	None		(4) Voltage Inputs / (2) Voltage Outputs					
Serial Ports	(1) RS232C/RS485*, (1) RS232C**							
Serial Protocols	DF1 Full Duplex, DF1 Half Duplex Master/Slave, DF1 Radio Modem, DH-485, Modbus RTU Master/Slave, ASCII, DNP 3 Slave							
Ethernet Ports	(1) 10/100 EtherNet/IP port							
Ethernet Protocols	EtherNet/IP messaging, DNP3 over IP and Modbus TCP/IP							
Trim Potentiometers	2 Digital							
High-Speed Inputs	Up to 6 channels @ 100 kHz	N/A	Up to 6 channels @ 100 kHz	Up to 6 channels @ 100 kHz	N/A	Up to 6 channels @ 100 kHz		
Real Time Clock	Yes, embedded							
PID	Yes (limited by loop and stack memory)							
PWM /PTO	N/A		3 channel PTO (100kHz)\PWM (40kHz)	N/A		3 channel PTO (100kHz)\PWM (40kHz)		
Embedded LCD	Yes							
Floating Point Math	Yes							
Online Editing	Yes							
Operating Temperature	-20°C...+60°C							
Storage Temperature	-40°C (or -30°C)...+85°C							

3.5.2 Módulo de expansión 1762 MicroLogix

Este modulo nos sirve para ampliar las capacidades del PLC RSLogix 1400 1766-L32BWA mediante la maximización de la flexibilidad de las entradas y salidas, ya que para los módulos de engorde se cuentan con mas aireadores y sensores, lo cual aumenta el número de entradas y salidas a requerir.

El costo de los módulos es menor que el de un PLC por tal motivo se utilizara este equipo, en la figura 3.17. se muestra el Modulo de expansión 1762 MicroLogix y en la tabla 3.8. podemos ver las especificaciones del Modulo de expansión 1762 MicroLogix.



Fig. 3.17. Módulo de expansión 1762 MicroLogix

Tabla 3.8. Especificaciones del Módulo de expansión 1762 MicroLogix.

CAT. NO.	INPUTS/OUPUTS	CATEGORÍA DE SOBRE TENSIÓN	RANGOS ANALÓGICOS
1762-OW8	8 salidas a Relé	5...265VCA	
1762-IA8	8 entradas	5...265VCA	
1762-IF4	4 entradas		4 a 20 mA

3.5.3 Contactor

Los contactares sirven para el accionamiento y control de los motores de cada blower y aireador, en la figura 3.18. se puede ver el contactor magnético de 3.0 HP, 220 V y 9 Amp.



Fig. 3.18 Contactor

3.5.4. Sensor de oxígeno disuelto

Este sensor está ubicado en cada uno de los estanques, y censa el oxígeno disuelto adecuado en los estanques, cuando los niveles de oxígeno no son los adecuados manda una señal al PLC para accionar los blowers o aireadores, en la figura 3.19. se muestra el sensor de oxígeno disuelto y en la figura 3.20. se muestran las especificaciones técnicas del sensor de oxígeno disuelto.



Fig. 3.19. Sensor de oxígeno disuelto

RED DE ALIMENTACION 100/240 V AC

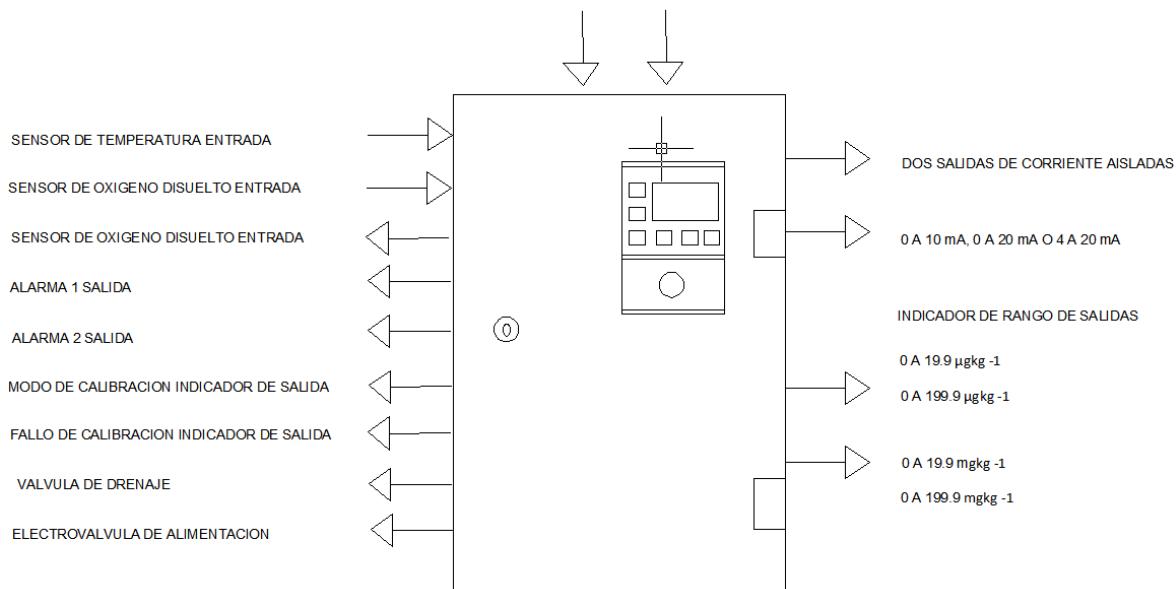


Fig. 3.20. Especificaciones de entradas y salidas

3.5.5 Interruptor de nivel

Ayuda a que no se derrame el agua de los estanques, cuando detecten un nivel bajo de agua los aireadores no podrán arrancar, se alimenta con 127VCA en la figura 3.21. se muestra un interruptor de nivel.

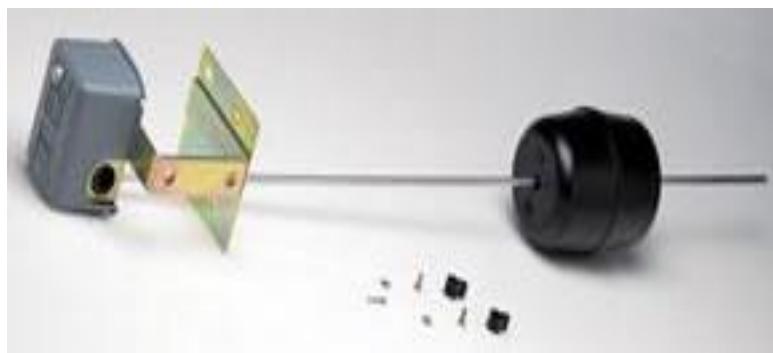


Fig. 3.21. Interruptor de nivel

3.5.6 Botón de paro de emergencia

Sirve para interrumpir el flujo de corriente en un circuito, si en un momento dado llegara a fallar un blower o aireador, en la figura 3.22., podemos observar el botón de paro de emergencia.



Fig. 3.22. Botón de paro de emergencia

3.5.7 Arrancador Suave

Este arrancador suave se usara para el arranque de la bomba de agua del pozo, ya que es una bomba con una potencia de 250Hp (186.5 Kw), la cual genera un pico de corriente muy grande.

El arrancador suave reducirá la intensidad de arranque evitando así las caídas de tensión

Se utilizara un arrancador suave marca ABB PSE370-600-70 con las siguientes características que se muestran en la tabla 3.9. en la figura 3.23. se puede apreciar el arrancador suave seleccionado. La conexión del arrancador suave se explica en el subtema 3.9.2



Fig. 3.23. Arrancador Suave ABB PSE370-600-70

Tabla 3.9. Especificaciones del arrancador suave

Amplio rango de tensión de alimentación 208 - 690 V AC
Capacidad de 220Kw
Amplio rango de tensión de mando 100 – 250 V, 50/60 Hz
Rango de intensidades: 30...1050 A (conexión en línea) y 52...1810 A
La misma unidad puede utilizarse para ambas conexiones; en línea y dentro del triángulo
Funciones principales arrancador suave ajustables: rampas de arranque y paro, arranque "Kick", "impulsos", "tensión de reducción" y arranques secuenciales.
Limitación de intensidad regulable entre 2–5 x le
Termistores (PTC) para supervisión del bobinado del motor
Reloj tiempo real
Registro de los últimos 20 eventos con indicación de fecha y hora en que se produjeron
Preparado para comunicación con bus de campo
Protección de sobrecarga del motor que se basa en la simulación de las temperaturas del motor por las intensidades medidas. Escoger entre 10A, 10, 20 y 30
Protección contra rotor bloqueado
Protección contra sobre carga del motor
Protección contra desequilibrio de fases
Protección contra inversión de fases

3.6. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN ETHERNET/IP ENTRE LOS CUARTOS DE CONTROL

Mediante el protocolo de comunicación Ethernet se hace para tener comunicación entre los PLC que se encuentran en el área de acuícola.

Las siguientes instrucciones muestran lo necesario para realizar una red Ethernet entre los 7 PLC's. el objetivo de esta forma de comunicación es de compartir entradas, salidas o registros, entre los controladores.

Para la implementación de la comunicación Ethernet tomado encuentra que se utilizara una topología estrella para lo cual primero que debemos hacer es saber que material y equipo vas a usar, para ello se utilizan los siguientes equipos:

3.6.1. Cable UTP categoría 5

Este nos servirá para la comunicación entre los PLC y una computadora, las características del cable a utilizar las podemos apreciar en la tabla 3.10. en la figura 3.24. se observa el cable UTP categoría 5



Figura 3.24. Cable UTP

Tabla 3.10 características del cable UTP

Calibre del conductor: 24 AWG.
Tipo de aislamiento: Polietileno.
Tipo de ensamble: 4 pares.
Tipo de cubierta: PVC
Conductor de cobre sólido de 0.51 mm
para conexiones y aplicaciones IP
Diámetro exterior 5 mm.
Desempeño probado hasta 200 Mhz
1.2 Gbps ATM.
622 Mbps ATM.
100 Base T.
Impedancia 100 Ω
100 ps TP-PMD

3.6.2. Conector RJ-45

Es una interfaz física se usara para conectar red Ethernet las características del conector a utilizar son las siguientes que se muestran en la tabla 3.11. y en la figura 3.25. se puede apreciar el contactor RJ-45

Tabla 3.11. Características del Conector RJ-45

Desempeño superior a 150 Mhz.
Guía de hilos en policarbonato, llegada de los cables por arriba y por abajo.
Conexión sin herramienta (autoponchable o autoinsertable).
Etiqueta de identificación de contactos y código de color T 568 A y B.
Cubre polvos abatibles


Fig. 3.25 Conector RJ-45

3.6.3. Switch Ethernet

Su función es interconectar los segmentos de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección IP establecida en cada PLC y la PC. El switch que utilizaremos será un Fast Switch ProSafe de 8 puertos con Power over Ethernet (PoE). Puertos 10/100: 8, Poe IEEE 802.3af: 4 puertos/32 watts, Ancho de banda / blackplane: 1,6 Gbps, Direcciones MAC: 1.000, Tiempo entre fallos: 190.000 horas, Kit de montaje: montaje en pared, Garantía de 2 años, en la figura 3.26. se aprecia el switch ya mencionado



Fig. 3.26. Switch Ethernet

3.6.4. Proceso de creación de un cable UTP

Usando una conexión cruzada que sirve para realizar conexiones entre PC-PC, Switch-Switch,etc, en la tabla 3.12. se muestra la configuración del cable cruzado.

Tabla 3.12. Configuración del cable cruzado

Norma de cableado "568-A" (Cable "Cruzado")			
Esta norma o estándar establece el siguiente código de colores en cada extremo del cable:			
Conecotor 1 (568-B)	Nº Pin	Nº Pin	Conecotor 2 (568-A)
Blanco/Naranja	Pin 1	Pin 1	Blanco/Verde
Naranja	Pin 2	Pin 2	Verde
Blanco/Verde	Pin 3	Pin 3	Blanco/Naranja
Azul	Pin 4	Pin 4	Azul
Blanco/Azul	Pin 5	Pin 5	Blanco/Azul
Verde	Pin 6	Pin 6	Naranja
Blanco/Marrón	Pin 7	Pin 7	Blanco/Marrón
Marrón	Pin 8	Pin 8	Marrón

Este cable lo usaremos para redes entre 2 Pc's o para interconexiónar Hubs o Switchs entre sí.

NOTA: Siempre la "patilla" del conector RJ45 hacia abajo y de izqda. (pin 1) a dcha. (pin 8)

- Cortar un trozo de cable de par trenzado no blindado Categoría 5 de una longitud establecida: se usará el cable trenzado para cables de conexión ya que tiene una duración más prolongada cuando se dobla repetidas veces. El alambre sólido es perfecto para tendidos de cable que se colocan a presión, en la figura 3.19 se puede ver el cable UTP.
- Retirar 4 ó 5 cm de la envoltura de uno de los extremos del cable: hay que pelar el cable para que en el extremo los hilos queden al descubierto, para poder manejarlos e introducirlos en el conector RJ-45, en la figura 3.27. se muestra el cable UTP pelado con los ocho hilos descubiertos.

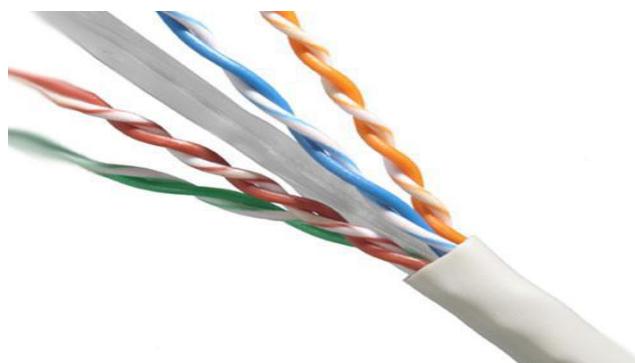


Fig. 3.27. Cable UTP pelado

- Separar los pares de hilos: en este punto hay que tratar de separar los pares de hilos pero manteniendo las trenzas, todo lo que sea posible, ya que esto es lo que proporciona la anulación del ruido, (par anaranjado, par verde, par azul, par marrón).
- Destrenzar los hilos para cumplir con el estándar: Sostener la envoltura y el cable con una mano, destrenza un pequeño tramo de los pares verde y azul y reorganízalos de modo que cumplan con el diagrama de color. Destrenzar y ordenar el resto de los pares de hilos según el diagrama de color, como se muestra en la figura 3.28.



Fig. 3.28. Cable UTP ordenado a la configuración cruzada

- Aplanar, enderezar y alinear los hilos, y recortarlos en línea recta a alrededor de 1,20 cm - 1,90 cm del borde de la envoltura: Hay que asegurarse de no soltar la envoltura y los hilos que ahora están ordenados, y se debe reducir al mínimo la longitud de los cables no trenzados ya que las secciones excesivamente largas ubicadas cerca de los conectores constituyen una fuente

- importante de ruido eléctrico. Al final de este paso, los hilos tienen que estar organizados y cortados a nivel, para que no queden hilos más largos que otro, lo que provocaría un mala inserción en el conector ya que los hilos más cortos no harían contacto, como se muestra en la figura 3.29.



Fig. 3.29. Alineación de los hilos del cable UTP

- Colocar un conector RJ-45 en el extremo del cable: con la lengüeta hacia abajo y el par anaranjado en la parte izquierda del conector, siguiendo el esquema de la Tabla 3.7 Configuración del cable cruzado
- Empujar suavemente los hilos dentro del conector hasta que se puedan ver los extremos de cobre de los hilos a través del extremo del conector: Hay que asegurarse de que el extremo de la envoltura esté ubicado dentro del conector y de que todos los hilos estén en el orden correcto y que lleguen hasta el fondo de los carriles del conector para que al crimpar hagan contacto. Si la envoltura no está ubicada dentro del conector, no estará correctamente protegida contra los tirones y con el tiempo esto causará problemas. Si todo está en orden, engarza el conector con la suficiente fuerza como para forzar los contactos a través del aislamiento en los hilos, completando así el camino conductor.

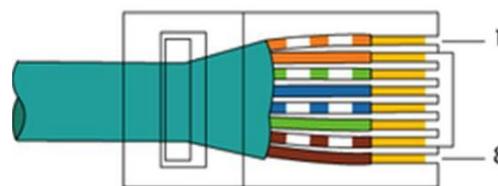


Fig. 3.30. Alineación de los hilos del cable UTP

- Ponchado de los hilos: Se introduce el conector con el cable en la crimpadora, en la zona habilitada para crimpar o engarzar los hilos al conector, que como se puede observar es una especie de molde donde encaja el conector RJ-45. Se aprietan las manillas de la crimpadora hasta oír un pequeño clic, y en ese momento harán contacto las patillas del conector con los hilos, quedando fijo el cable al conector, en la figura 2.31. se muestra el ponchado de los hilos

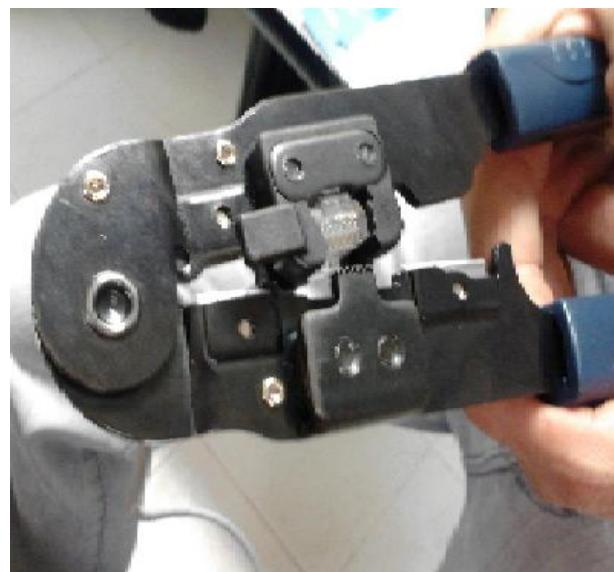


Fig. 2.31. Ponchado de los hilos

3.7. CONEXIÓN Y MONTAJE DE ARRANCADOR SUAVE PARA BOMBA DE 250 HP

El arrancador suave puede conectarse tanto en línea con el motor mostrado en la figura 3.32.

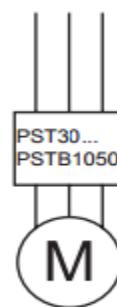


Fig. 3.32. Conexión del arrancador al motor

La conexión de las líneas de alimentación van a las terminales 1L1, 3L2 y 5L3, las conexiones del motor van en la terminales 2T1, 3T2 y 6T3, la identificación de las terminales está impresa en la parte delantera del arrancador suave, en la figura 3.33. se aprecia el modo de conexión de las líneas de alimentación como las del motor.

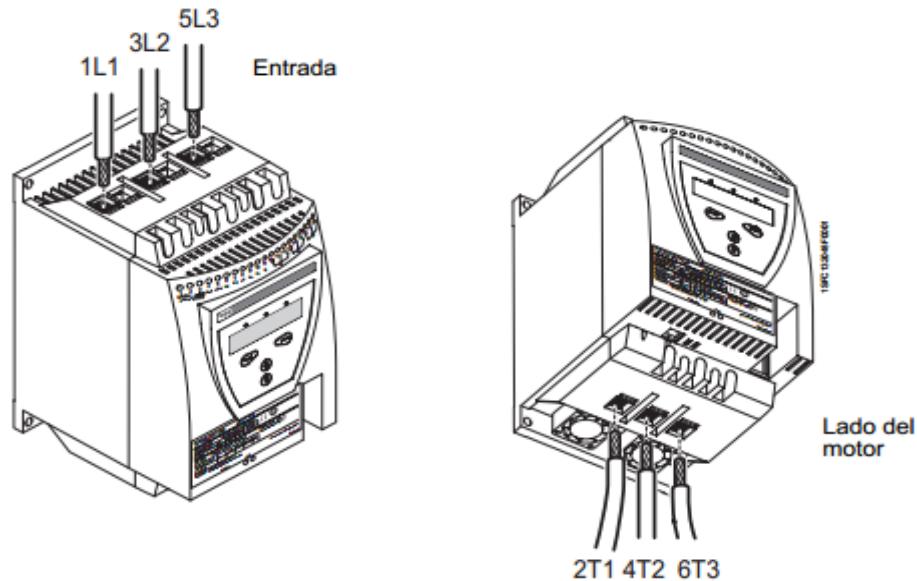


Fig. 3.33. Conexión de alimentación y motor

El arrancador suave debe de tener una conexión a tierra a través de las terminales mostradas en la figura 3.34.

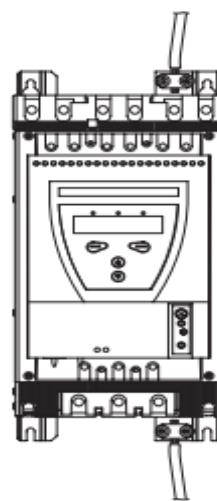


Fig.3.34. Conexión a tierra de protección

El arrancador suave cuenta con un circuito de retención incorporado que no requiere ninguna fuente de alimentación externa para el arranque y parada con un relé auxiliar como se muestra en la figura 3.35.

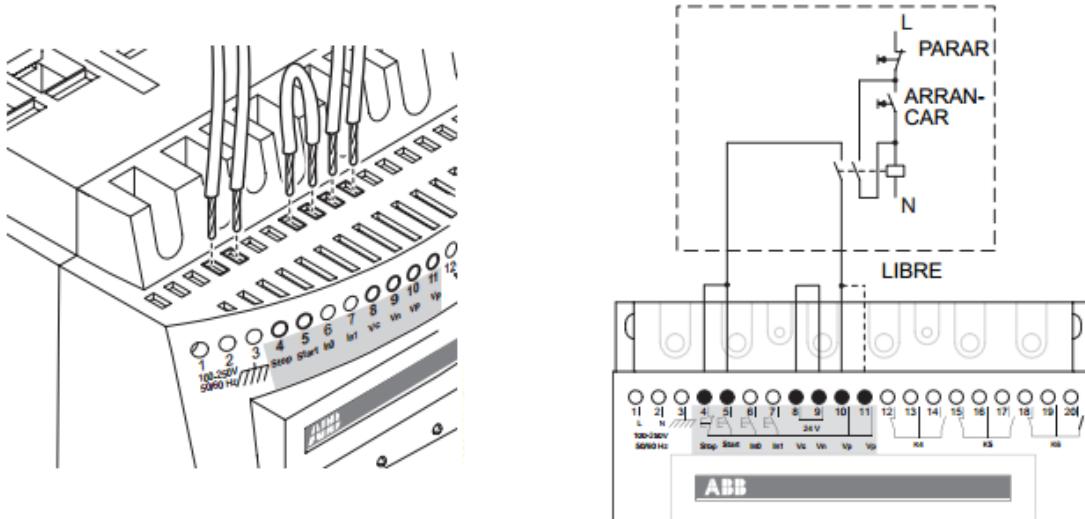


Fig. 3.35. Circuito convencional que requiere una señal sostenida

3.8. COMUNICACIÓN ETHERNET ENTRE CADA UNO DE LOS PLC

La comunicación Ethernet entre los PLC's se realiza dándole a cada PLC una dirección IP como se explica en el subcapítulo 4.1, los PLC's se encuentran ubicados en los cuartos de control establecidos por cada módulo de crianza.

- En el área de Precria se cuenta con un cuarto de control donde solo hay un PLC
- En el área de Engorde I se cuenta con dos cuartos de control, cada cuarto de control se encuentra en el módulo 1 y módulo 2, en el cuarto de control se cuenta con un PLC.
- En el área de Engorde II se cuenta con dos cuartos de control cada cuarto de control se encuentra en el módulo 1 y módulo 2, en el cuarto de control se cuenta con dos PLC, la distribución de los módulos y la ruta del cableado de la comunicación Ethernet se puede observar en la figura 3.36.

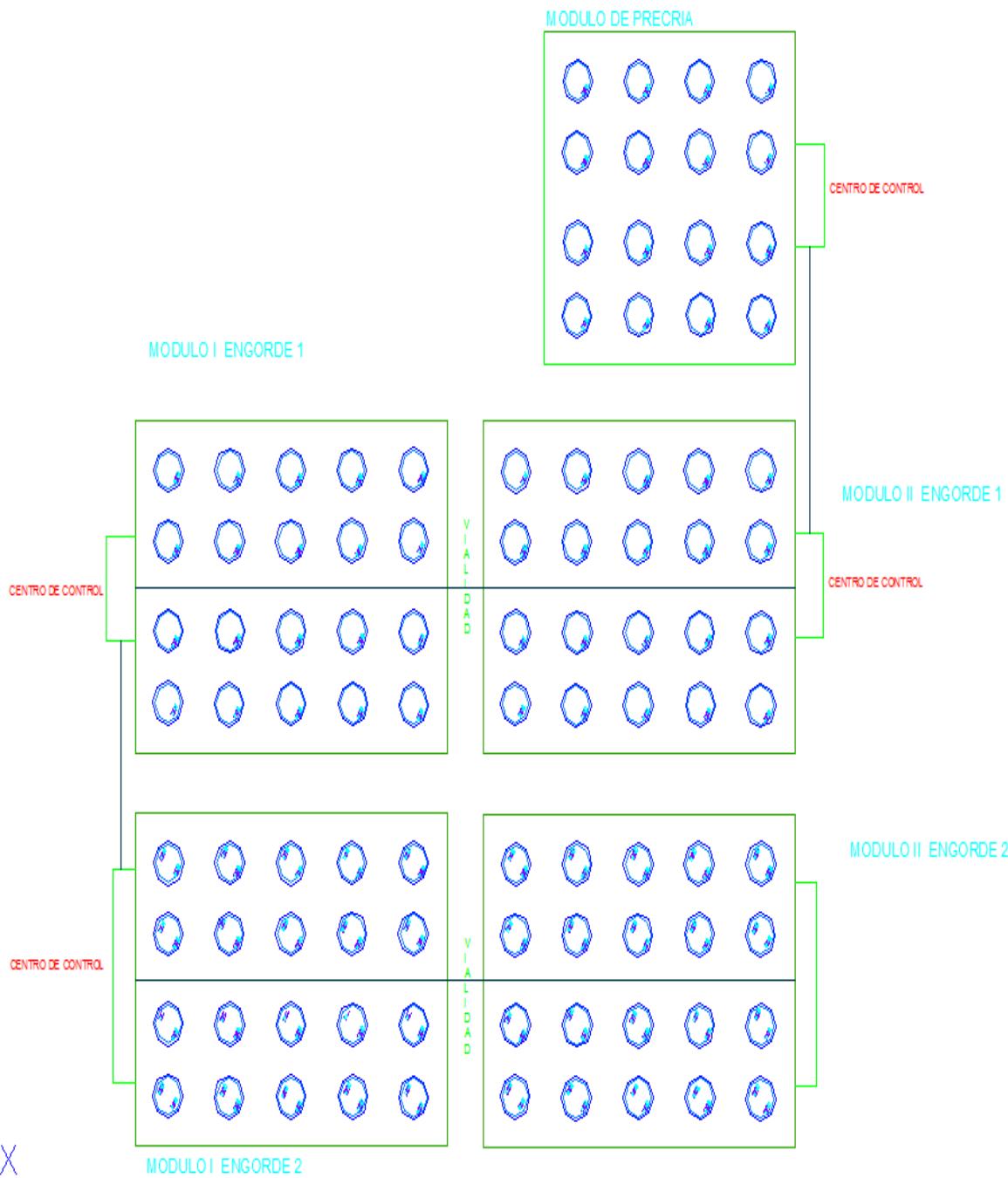


Fig. 3.36. Distribución y cableado de cuartos de control

En la figura se aprecia los PLC con cada una de su dirección IP conectados al Switch

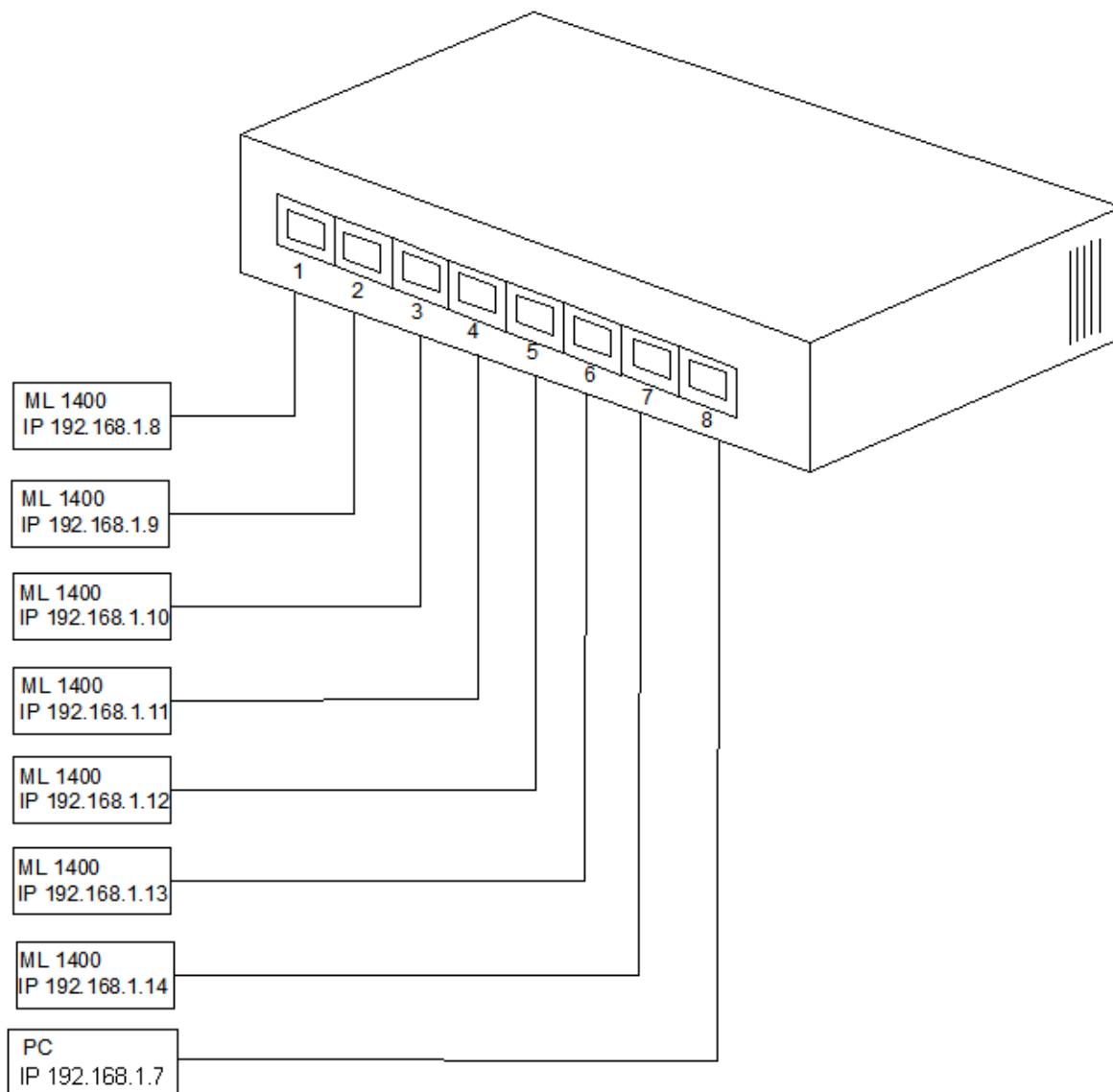


Fig. 3.37. Direcciones de IP



CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DEL PLC

EN ESTE CAPITULO SE DESCRIBE COMO SE REALIZA LA LÓGICA PARA LA PROGRAMACIÓN PARA EL PLC

4.1 Comunicación entre el PLC y la PC

Para hacer una conexión Ethernet del PLC con la PC se deben seguir los siguientes pasos:

- Primeramente se le da una dirección IP a la PC, para esto tenemos que ir al panel del control de la PC y buscamos las conexiones de red, se le da click derecho y seleccionamos la opción propiedades en donde nos aparecerá una venta en donde se selecciona el Protocolo Internet (TCP/IP) y damos click en propiedades, como se muestra en la figura 4.1.

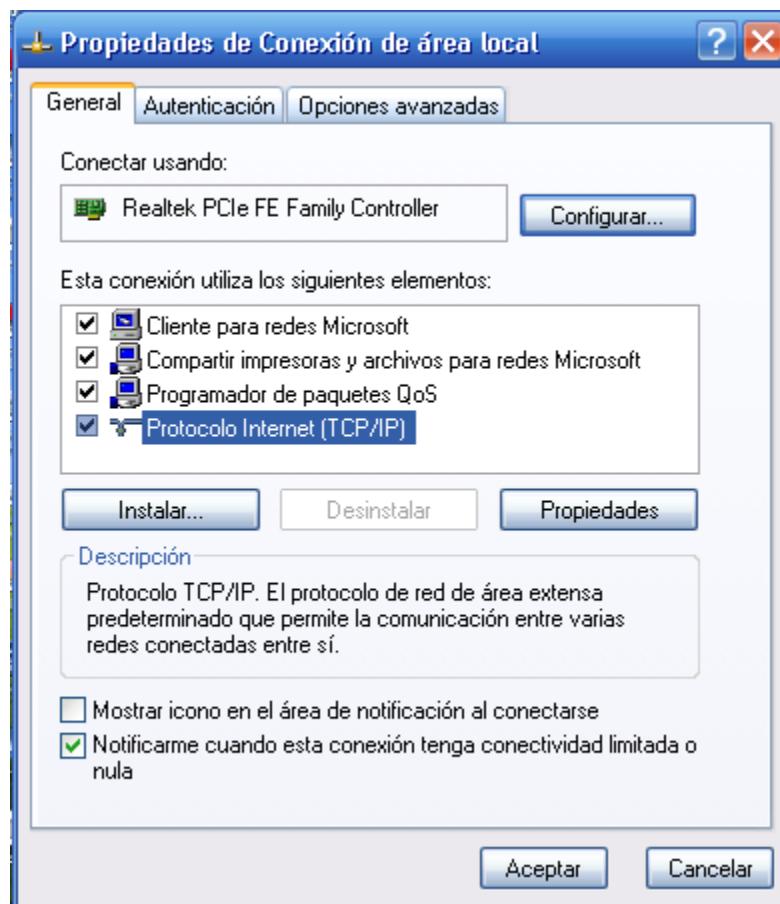


Fig. 4.1 Ventana de propiedades de conexión de área local

- Nos aparece otra ventana en donde seleccionará la opción “usar la siguiente dirección IP”, se le asigna una dirección IP 192.168.1.7 y automáticamente genera la Máscara de subred le damos click en aceptar, como se muestra en la figura 4.2.

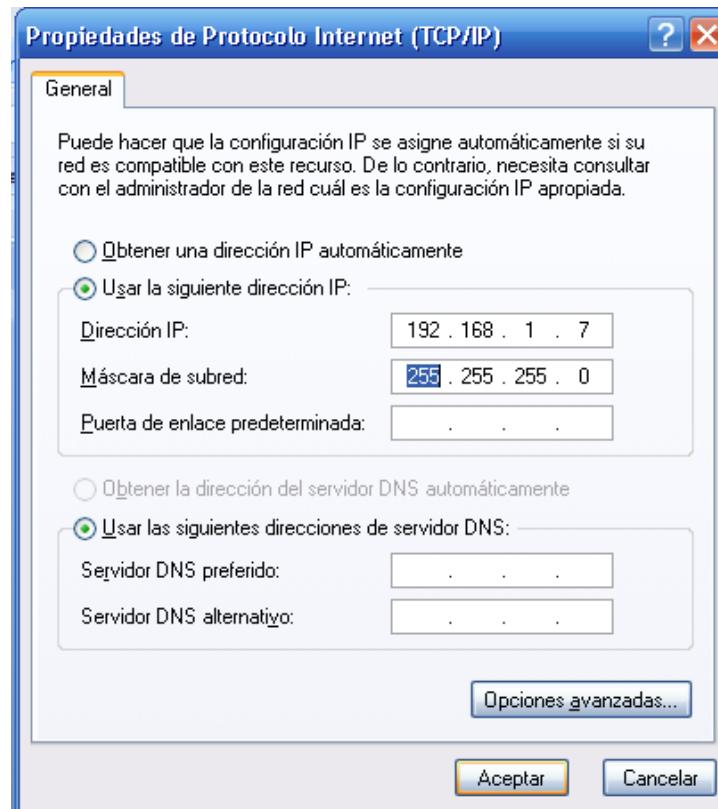


Fig. 4.2 Asignación de IP a PC

- El siguiente paso es asignarle una dirección IP al PLC, esto se realiza con el programa BOOTP-DHCP server el cual se encuentra instalado en la PC, se abre el BOOTP-DHCP server y nos abrirá una ventana con un recuadro en donde se le asignara una dirección IP al PLC, pero esta dirección IP debe ser diferente en el numero del nodo (es el ultimo digito) a la IP que se le asigno a la PC, la dirección IP que se le asignara al PLC será 192.168.1.8 como se muestra en la figura 4.3.

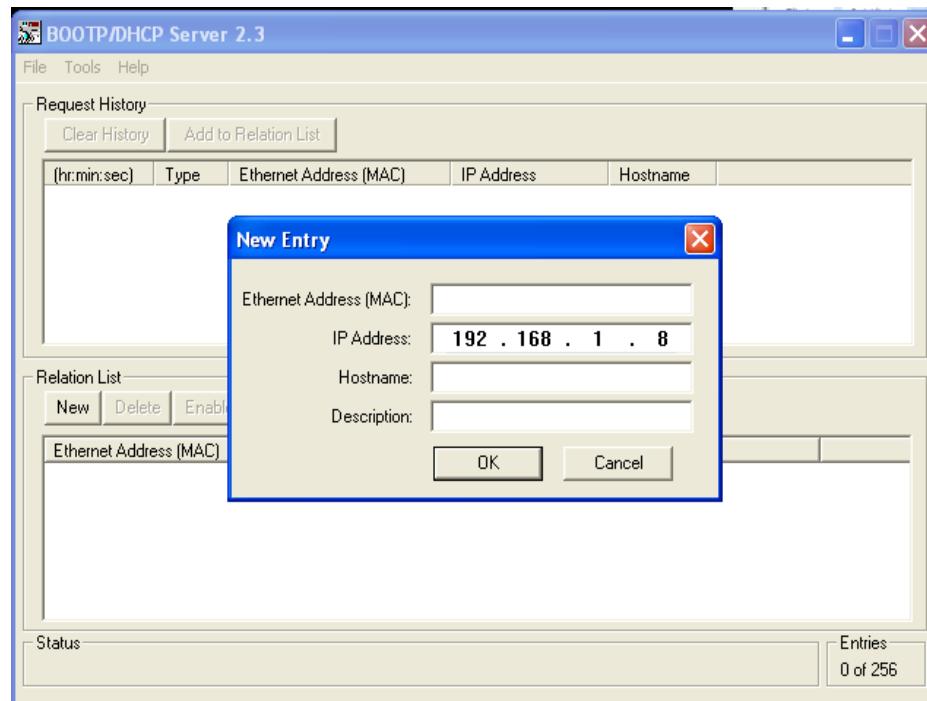


Fig. 4.3 Asignación de IP a PLC

- Ya una vez asignada la IP a cada uno de los PLC y la PC la comunicación Ethernet ya está concluida.

4.2 Comunicación entre la PC y un PLC a través del RSLinx

RSLinx es el software de comunicación que permite a un ordenador comunicarse con un PLC. En primer lugar, se debe configurar la forma en la que el ordenador se comunicará con el PLC.

- Desde el menú de inicio de Windows, seleccione Inicio > Programas > Rockwell Software > RSLinx > RSLinx.

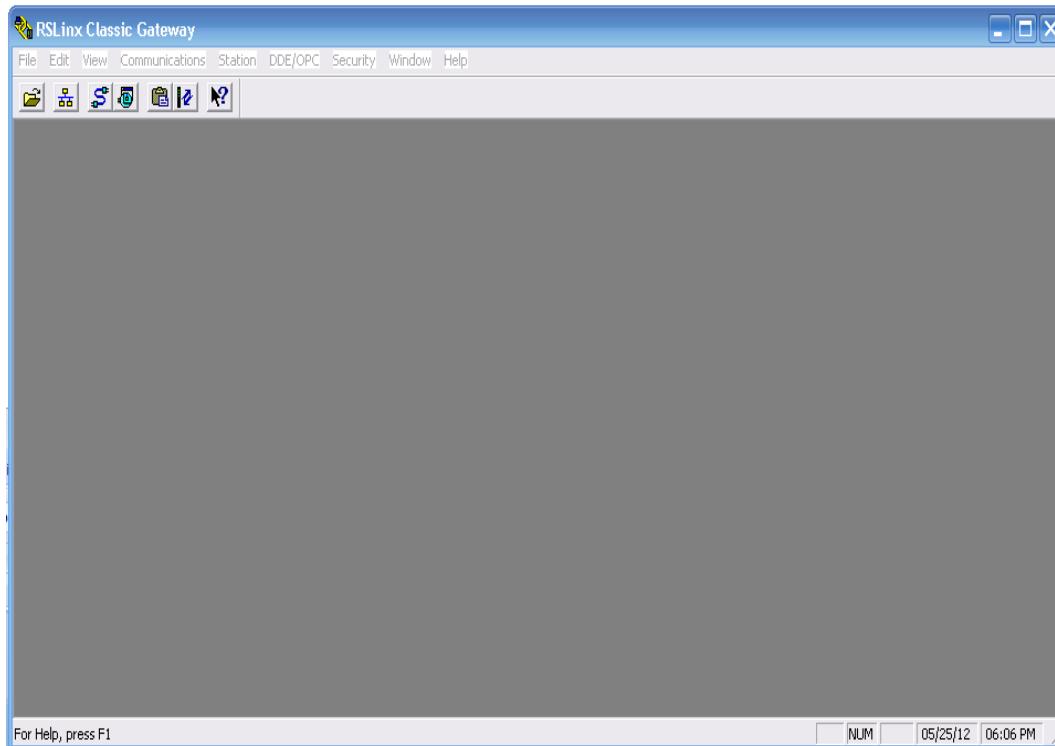


Fig. 4.4 Ventana inicial al abrir RSLinx.

- Se da click en el icono “configure Drives” para agregar la comunicación mediante Ethernet Driver, en la figura se aprecia el icono “configure Drives”.

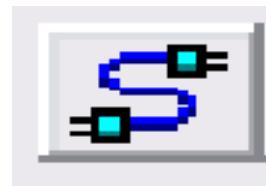


Fig. 4.5. Icono “configure Drives”.

- Aparece una venta en la cual se agrega la comunicación que se realiza, se despliega la flecha que se tiene en el segmento vacío, en la figura se aprecia donde se da click para desplegar el menú de opciones de los tipos de comunicaciones que maneja.

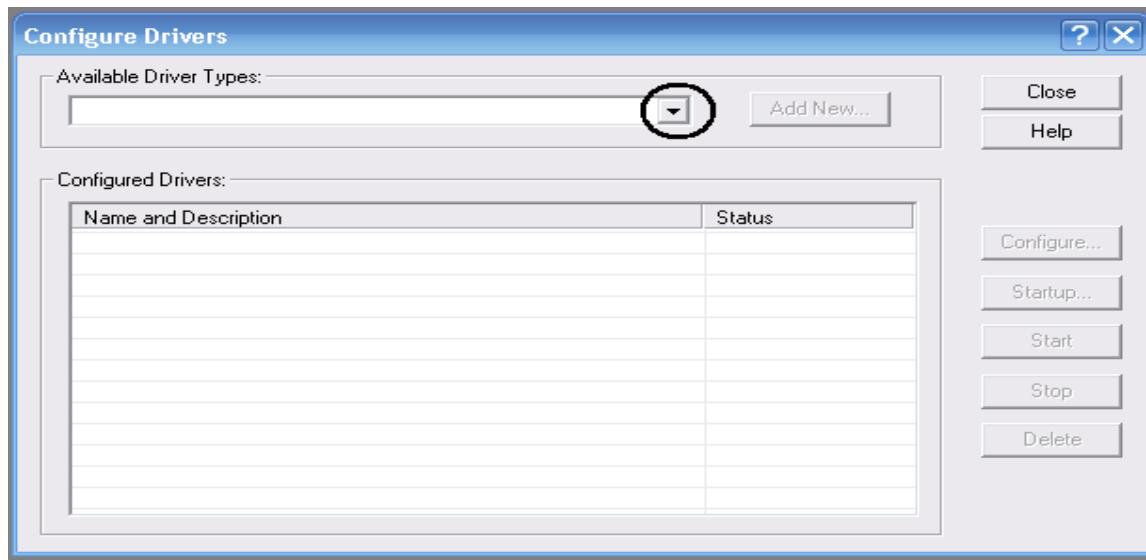


Fig. 4.6. Despliegue para elegir la comunicación

- Se selecciona la “Ethernet/IP” se da click en la opción, en la figura podemos apreciar el cuadro que aparecerá.

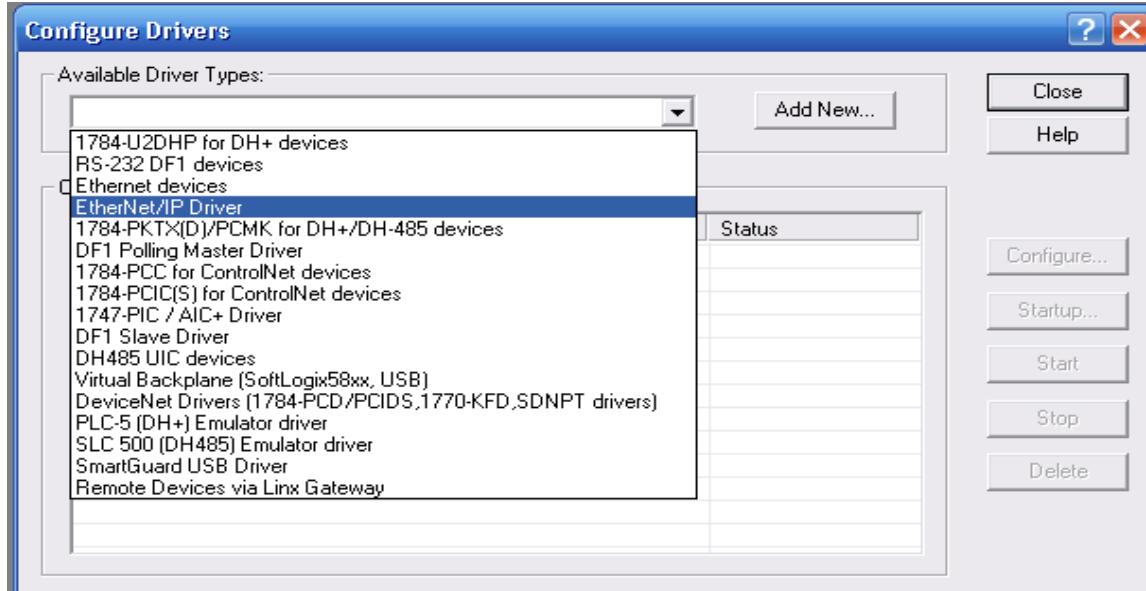


Fig. 4.7. Selección de la comunicación Ethernet/IP

- Al tener elegida la comunicación se da click en “Add New”, en la figura se aprecia la pantalla y el icono al cual se le click

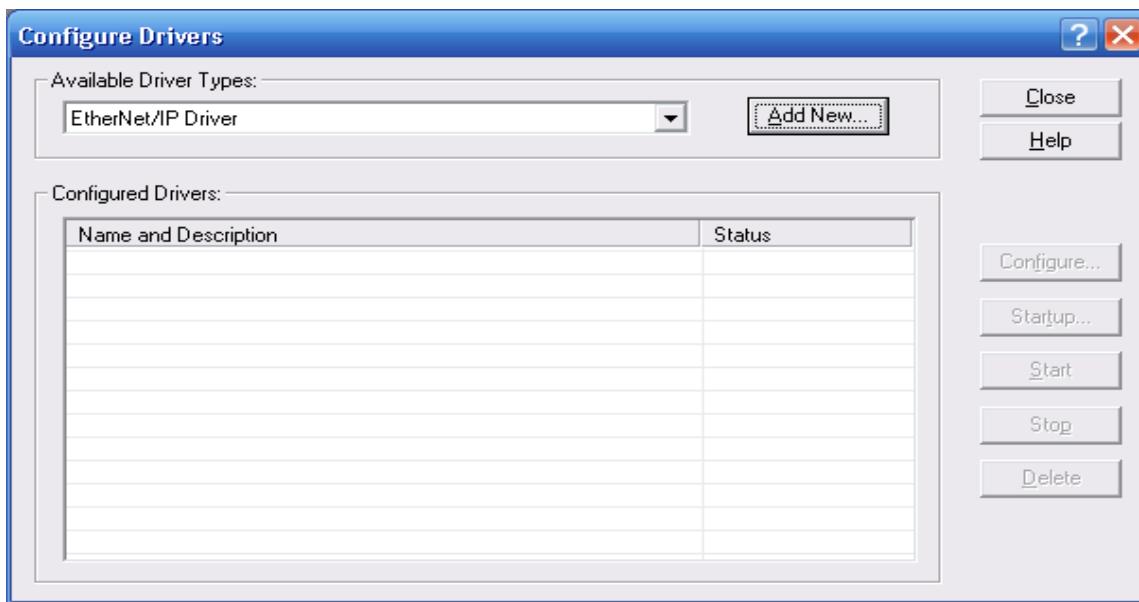


Fig. 4.8. Ventana para agregar la comunicación

- Al dar click en “Add New” aparece una ventana que indica el nombre de la red y se da “OK”, en la figura se aprecia la ventana que aparece.

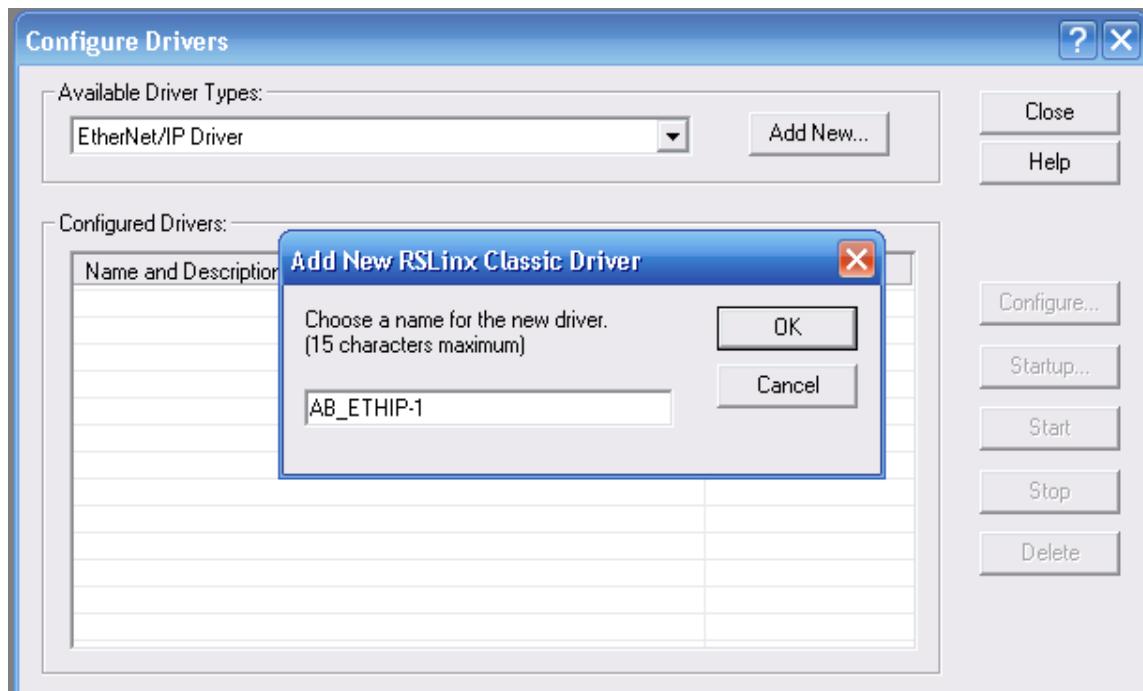


Fig. 4.9. Ventana para asignar nombre a la comunicación.

Cuando aparece el cuadro de diálogo Configure Driver: AB_ETHIP-1 (configurar driver: AB_ETHIP-1), compruebe que el botón de control Browse Local Subnet (explorar subred local) está marcado y, a continuación, haga clic en OK (aceptar), como se muestra en la figura 4. Esto sirve para seleccionar el lugar en el que residen los módulos Ethernet/IP. El software localiza direcciones IP válidas.

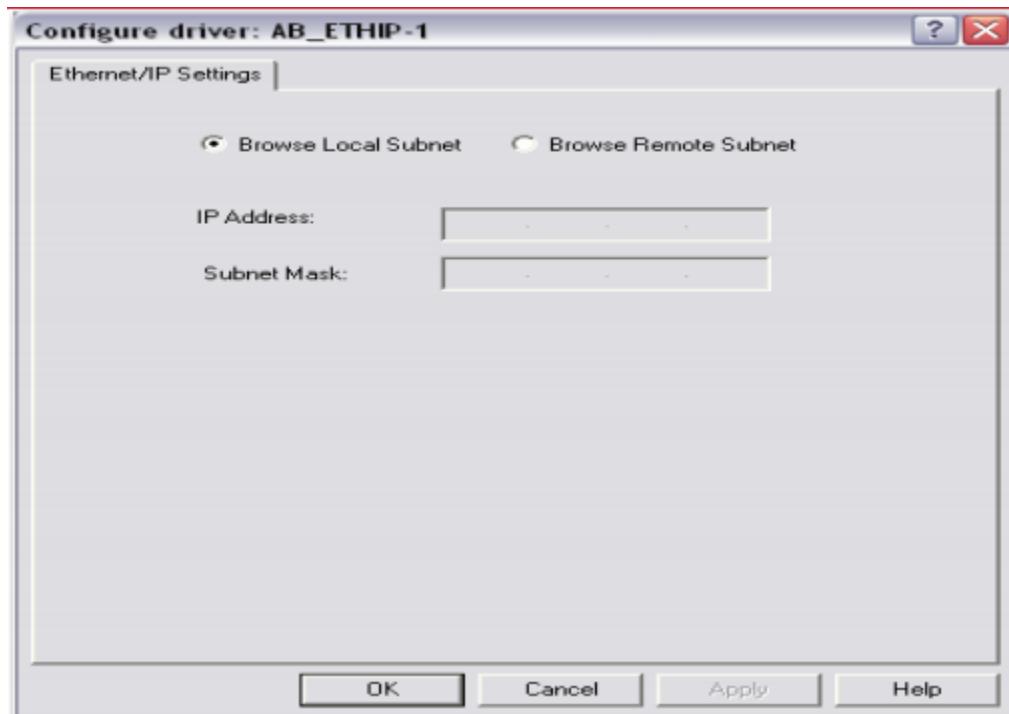


Fig. 4.10. Configure Driver: AB_ETHIP-1 (configurar driver: AB_ETHIP-1)

- Verifique que el estado del driver es RUNNING (en ejecución), como se puede ver a continuación en la figura 4.10. El driver se encuentra ahora disponible y se puede seleccionar el puerto Ethernet/IP en Who Active (¿Quién está activo?) en el software de programación RSLogix 500

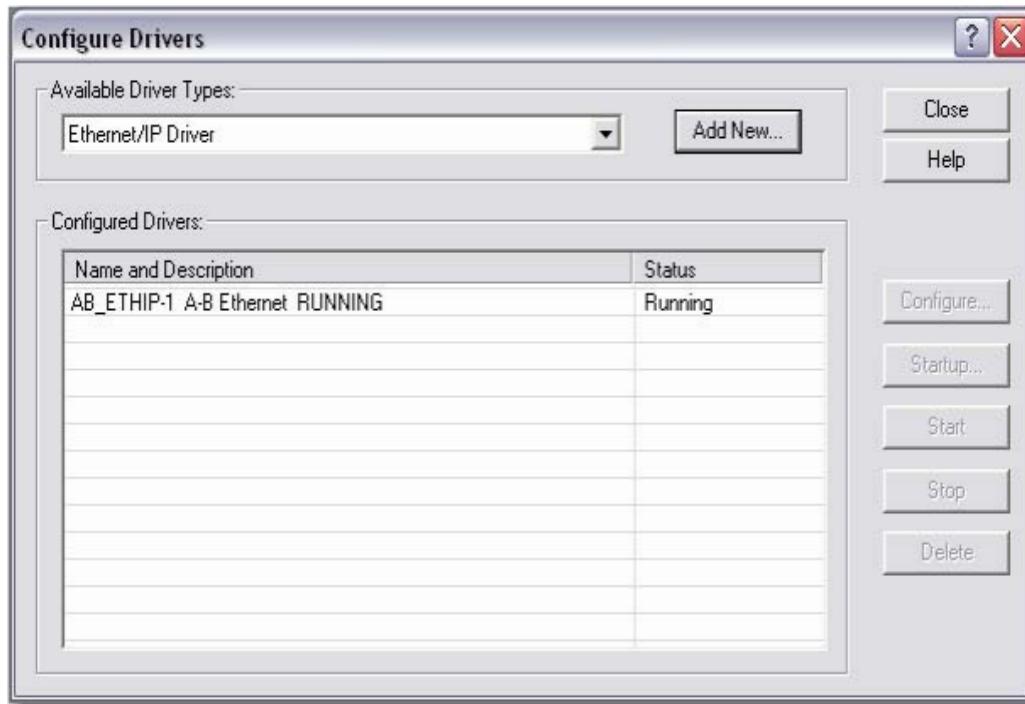


Fig. 4.11 Verificación del estado del driver es RUNNING

- Cierre el cuadro de diálogo Configure Drivers (configurar drivers) y haga click en el ícono RSWho, como se muestra en la figura 4.12.



Fig. 4.12 Ícono RSWho

- Al hacer esto aparece la ventana RSWho, que se muestra a continuación, en la figura 4.13

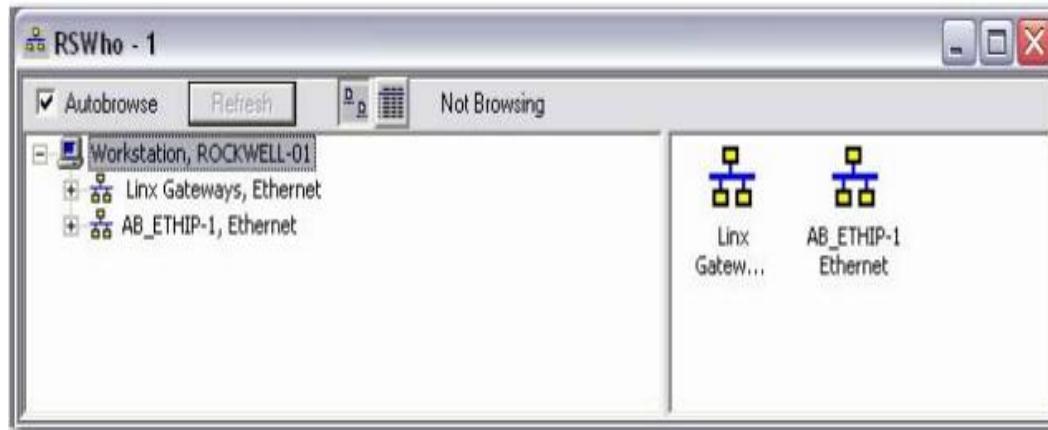


Fig. 4.13 Ventana del RSWho

- Haga clic en el signo + situado junto a AB_ETHIP-1, Ethernet/IP. Esto permite al driver Ethernet/IP de RSLinx examinar la red e identificar los nodos de la red. Deberán aparecer las siguientes direcciones IP como se aprecia en la figura 4.14.

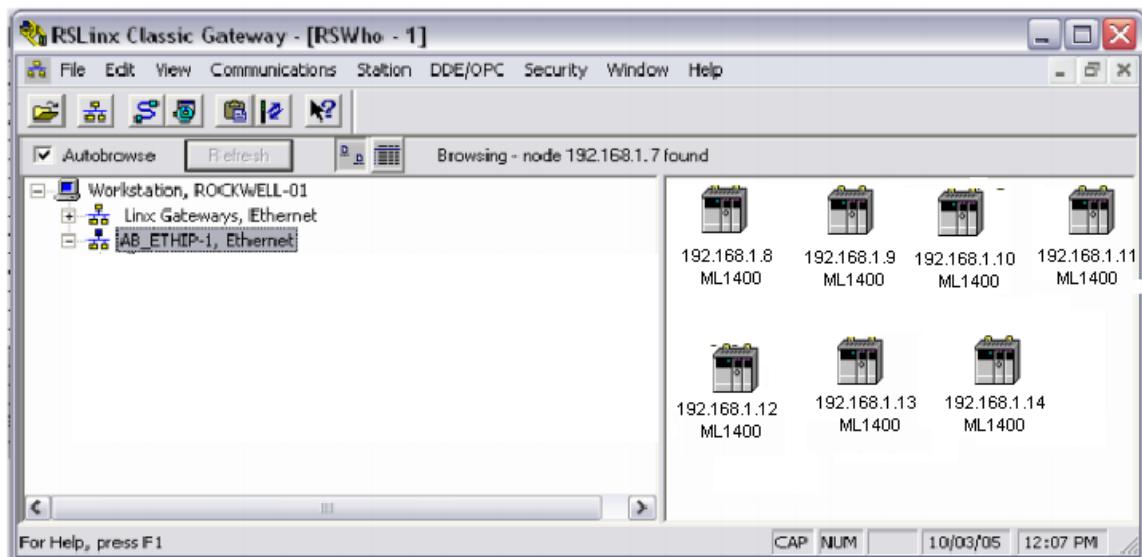


Fig. 4.14 Identificación de nodos de red

- Cierre RSWho.
- Cierre RSLinx.

Con esta operación concluye la configuración del equipo mediante el driver EtherNet/IP de RSLinx.

4.3. Selección del PLC para programar en RsLogix 500

Al iniciar un nuevo proyecto con el RSLogix 500 se debe especificar el tipo de autómata utilizado y la red de comunicación a la que pertenece. Escogemos el MicroLogix 1400 LSP series A y lo cargamos, como se muestra en la figura 4.15

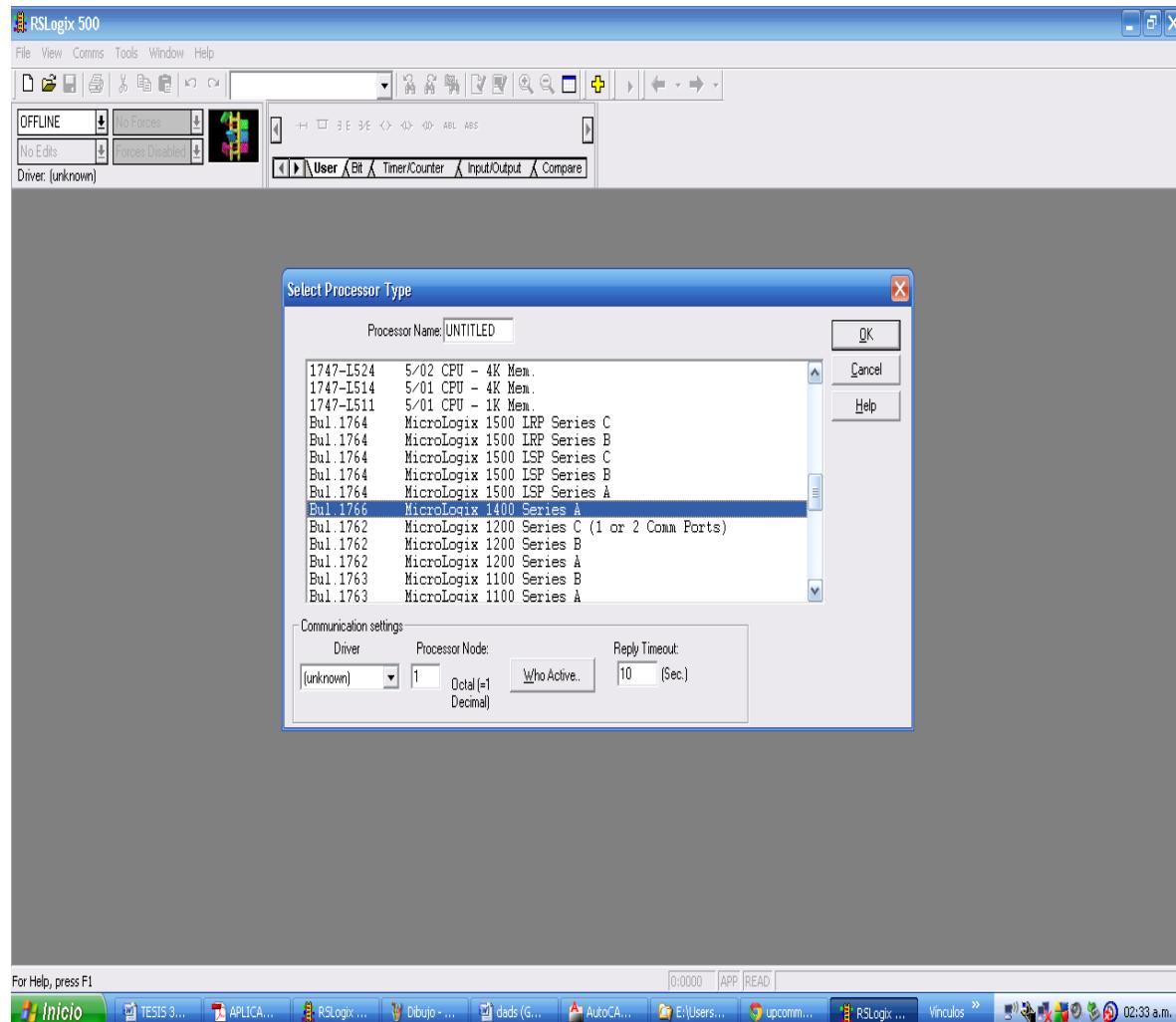


Fig. 4.15 Selección de PLC.

Al seleccionar el tipo de autómata utilizado se abre la pantalla principal del RsLogix como se muestra en la figura 4.16

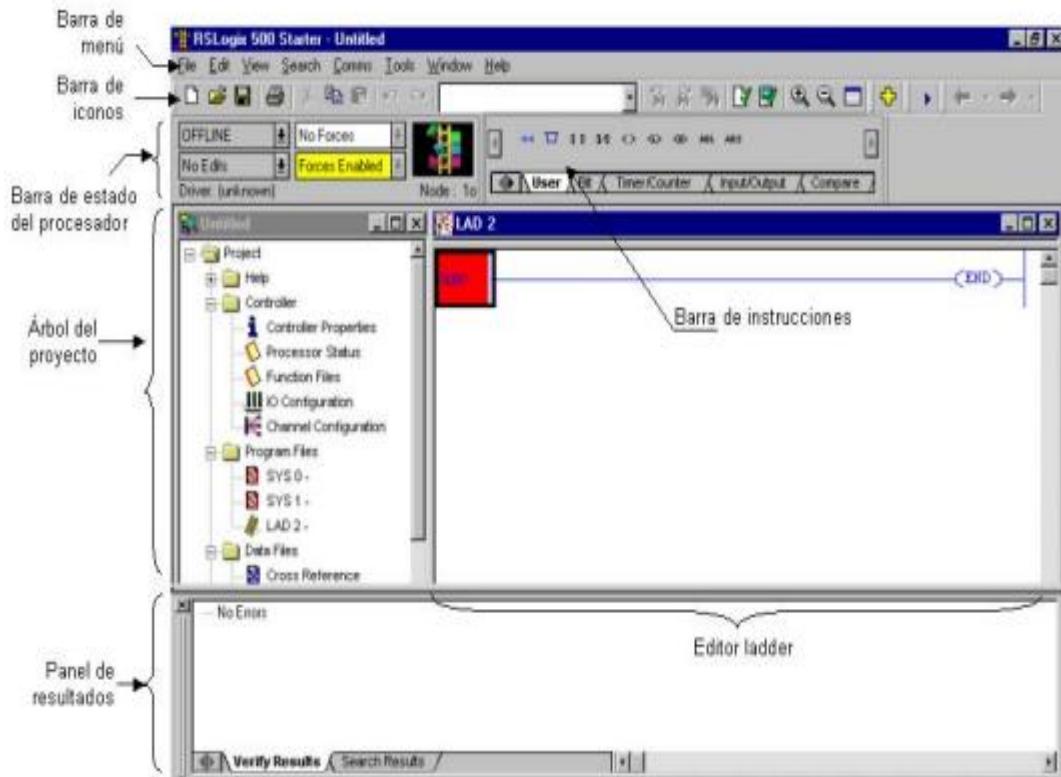


Fig. 4.16 Pantalla principal del RsLogix

4.4. Programación en el RsLogix

Explicación de la programación para el control de los blowers y aireadores con el programa RsLogix 500.

Cuando queremos maniobrar varios motores pertenecientes al mismo proceso, decimos que son de funcionamiento simultáneo. Sin embargo, su arranque simultáneo producirá una elevada corriente de arranque sobre la línea de alimentación, que debe evitarse. Por eso es necesario que el arranque se realice en un orden determinado, debido a las características del proceso.

El desarrollo de la programación se realiza mediante el uso del software RsLogix 500; para el funcionamiento de los blowers y aireadores se requiere habilitar las señales que son recibidas y mandadas al PLC, mencionadas en el capítulo 3.

El arranque secuencial de los blowers y aireadores se divide en siete partes:

- Módulo de precarga
- Módulo 1 engorde 1
- Módulo 2 engorde 1

- Módulo 1-1 engorde 2
- Módulo 1-2 engorde 2
- Módulo 2-1 engorde 2
- Módulo 2-2 engorde 2

4.5. Filosofía de operación

El funcionamiento manual solo se utiliza cuando en condiciones iniciales del proceso (el estanque debe de estar con un nivel de agua adecuado, el oxígeno en el estanque no se encuentra en los parámetros establecidos), al presionar el botón de arranque manda la señal a el primer blower (M1) en cual arranca de inmediato, al transcurrir 15 segundos se activa el blower (M2) del siguiente estanqué, vuelven a transcurrir 15 segundos y se activa el blower (M3), transcurren otros 15 segundos y se activa el ultimo blower (M4) del area de precria.

Para el funcionamiento automático se debió haber concluido el ciclo de operación manual, la cual concluye cuando:

- se efectúa el arranque secuencial de los siete módulos
- y al haber oxigenado cada uno de los estanques dentro de los parámetros establecidos por el sensor de oxígeno disuelto del a área de precria

Al haber concluido se cambia de posición el botón selector de manual a automático, en donde el accionamiento de los blowers solo será si el nivel de agua del estanque es alto y el oxígeno disuelto del agua no es el adecuado.

4.6. Programación del área de Precria

La programación se lleva acabo utilizando contactos normalmente abiertos(I:0/0), cerrados(I:0/0), temporizadores (TON), comando de BIT que puede ser una bobina de entrada (B3:0), salida o interna entre otros, la instrucción para selección el tipo arranqué manual o automático (instrucción JSR), la instrucción para pasar al tipo de operación ya sea manual o automática (instrucción SBR) instrucciones para cargar un valor (instrucción Mov), la instrucción que indica oxígeno disuelto bajo (instrucción LES), instrucción de indicación de oxígeno disuelto alto (instrucción GRT), e instrucciones para mandar un mensaje de un PLC a otro PLC (instrucción MSG).

La secuencia de arranque manual funciona de la siguiente manera:

Para selección de arranque manual se activa a través del botón selector de 3 posiciones usando uno de sus contactos BS M (I:0/6) la cual activa la instrucción salto de subrutina (JSR U:3) la cual te manda a la subrutina manual (SBR) como se aprecia en la figura 4.17.

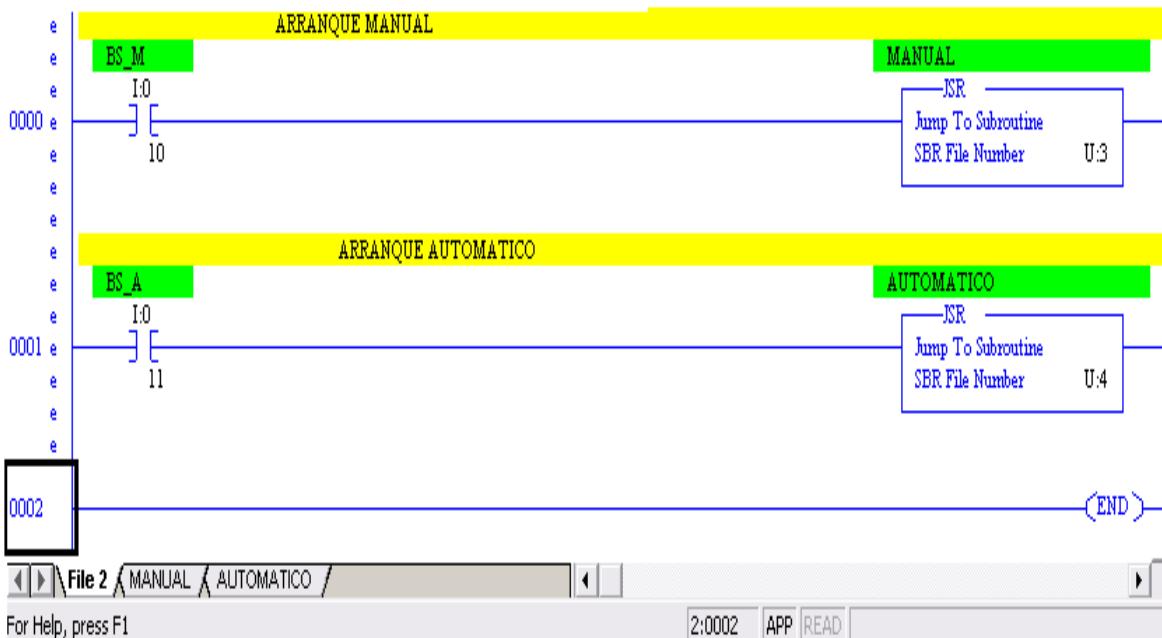
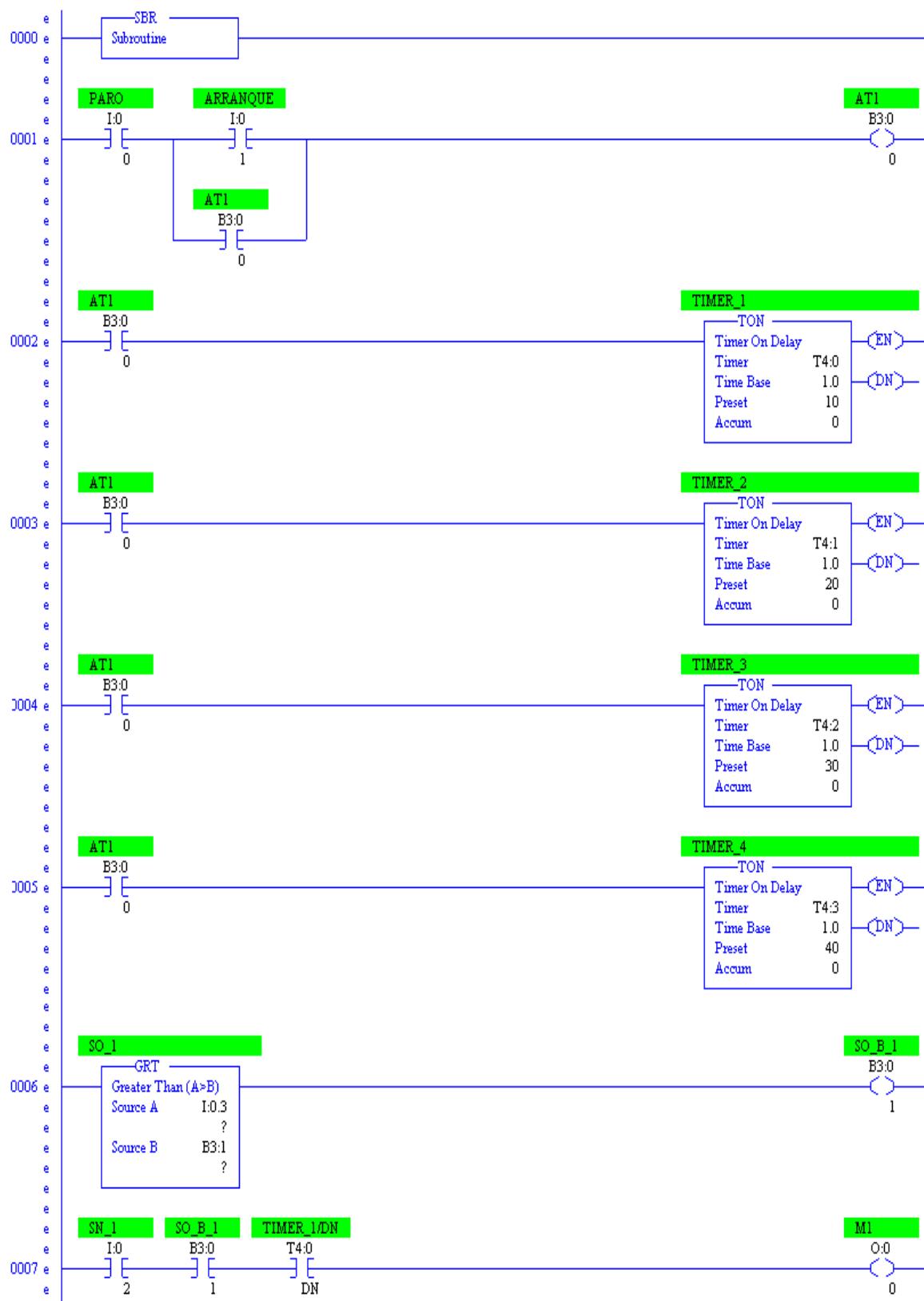


Figura 4.17 Selección de modo de arranque área precria

Al accionar el botón de arranque (I:0/1), manda accionar el bit (B3:0/0), su contacto del bit (B3:0/0) cambia de estado a la vez acciona los primeros cuatro relevadores de tiempo que a su vez accionan los blowers conforme al tiempo que se le dio a cada temporizador, el ultimo blowers manda activar la instrucción *Mov*, para que la palabra que se asigno en la instrucción *MSG* (MG9:0) del PLC con dirección IP 192.168.1.9 del Módulo de Precria precria pueda ser leída en la instrucción de *MSG* (MG9:0) del PLC con dirección IP 192.168.1.9 del Módulo 1 de engorde 1 .

La secuencia de funcionamiento módulo de precria se pude ver en las figuras 4.18



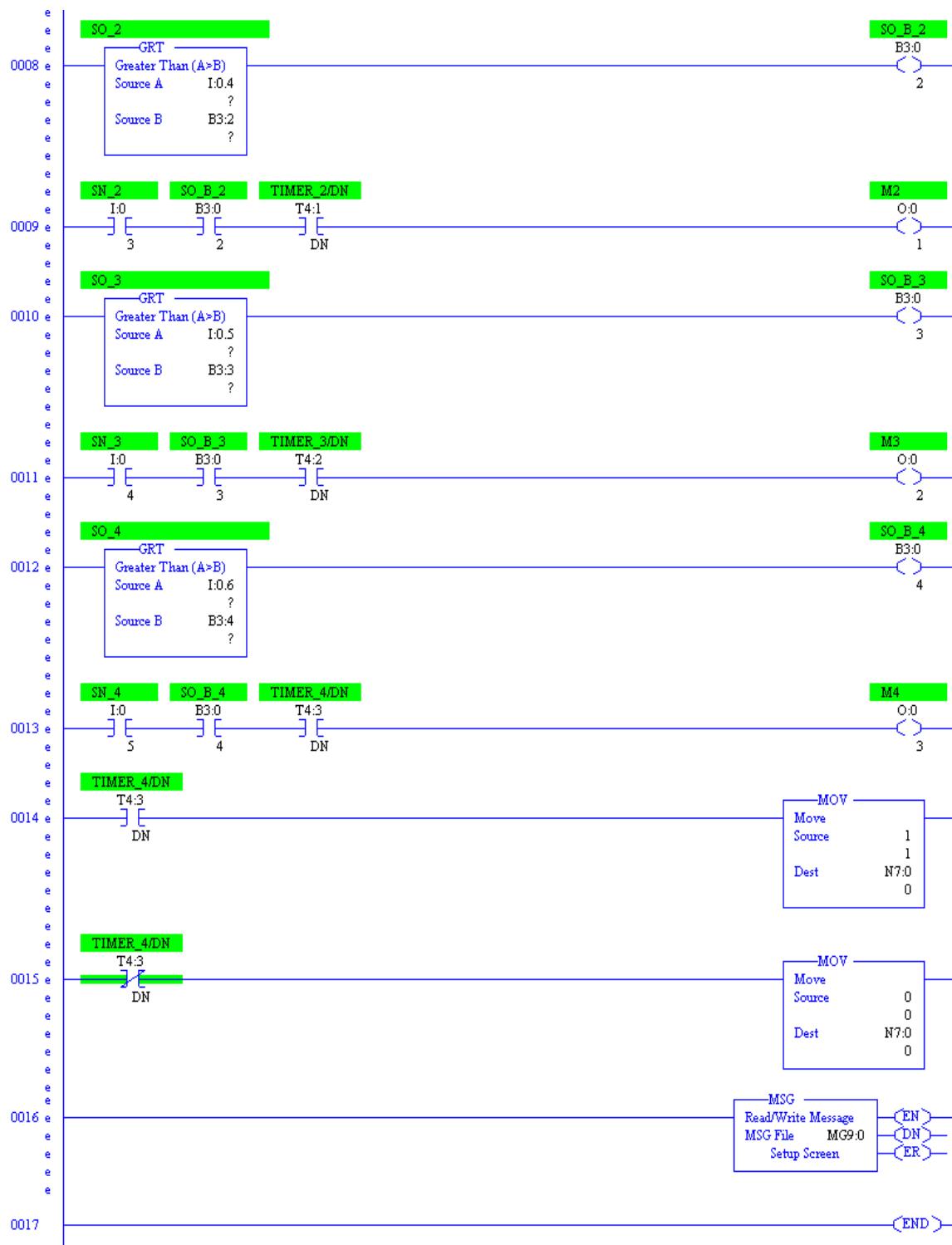


fig. 4.18 Diagrama secuencial PLC Módulo de precaria



Al termino del arranque secuencial en su totalidad y los estanques de precria tengan el oxigeno disuelto adecuado se selecciona el arranque automático, se activa a través del botón selector de 3 posiciones usando uno de sus contactos BS A (I:0/7) la cual activa la instrucción salto de subrutina (JSR U:4) la cual te manda a la subrutina automático (SBR) como se aprecia en la figura 4.17.

Al seleccionar el modo automático los aeradores se activaran solamente cuando el sensor del de oxigeno disuelto (SO "X") no esté en sus parámetros establecidos y nivel del agua en el estanque es el apropiado indicados por sensor de nivel (SN "X") mostrado en la figura 4.19.

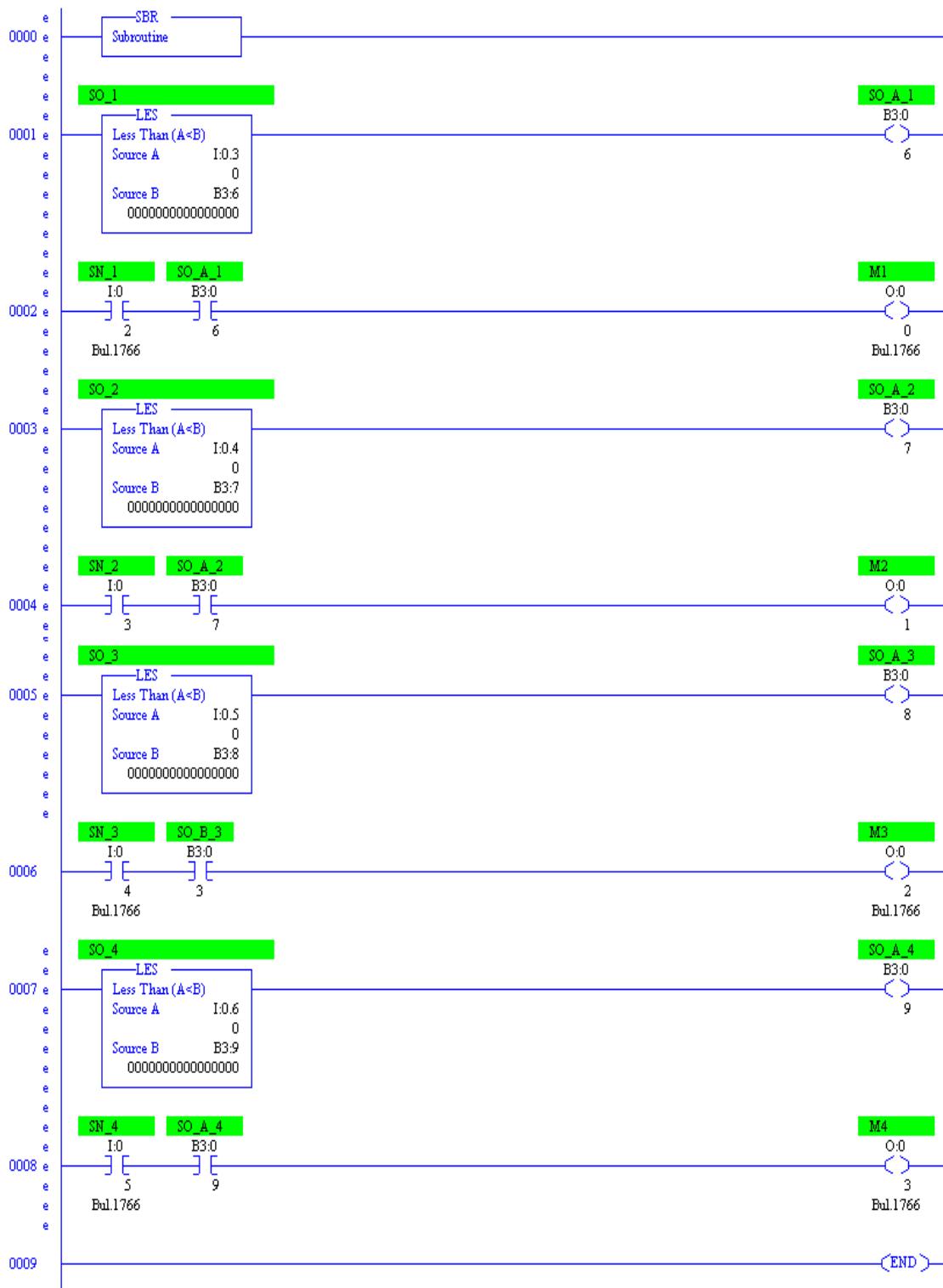


Fig. 4.19 Diagrama PLC de arranque automático Módulo de precria

4.7. Programación del área de Engorde I

El arranque secuencial de esta área el botón selector del módulo 1 y 2 deben de estar en modo manual, si no es de esta forma no se podrá realizar el arranque secuencial.

La programación se lleva a cabo utilizando contactos normalmente abiertos(I:0/0), cerrados(I:0/0), temporizadores (TON), comando de BIT que puede ser una bobina de entrada (B3:0), salida o interna entre otros, la instrucción para selección el tipo arranque manual o automático (instrucción JSR), la instrucción para pasar al tipo de operación ya sea manual o automática (instrucción SBR) instrucciones para cargar un valor (instrucción Mov), la instrucción que indica oxígeno disuelto bajo (instrucción LES), instrucción de indicación de oxígeno disuelto alto (instrucción GRT), e instrucciones para mandar un mensaje de un PLC a otro PLC (instrucción MSG).

4.7.1. Programación de módulo 1 de Engorde I

La secuencia de arranque manual funciona de la siguiente manera:

Para selección de arranque manual se activa a través del botón selector de 3 posiciones usando uno de sus contactos BS M (I:0/20) la cual activa la instrucción salto de subrutina (JSR U:3) la cual te manda a la subrutina manual (SBR) como se aprecia en la figura 4.20.

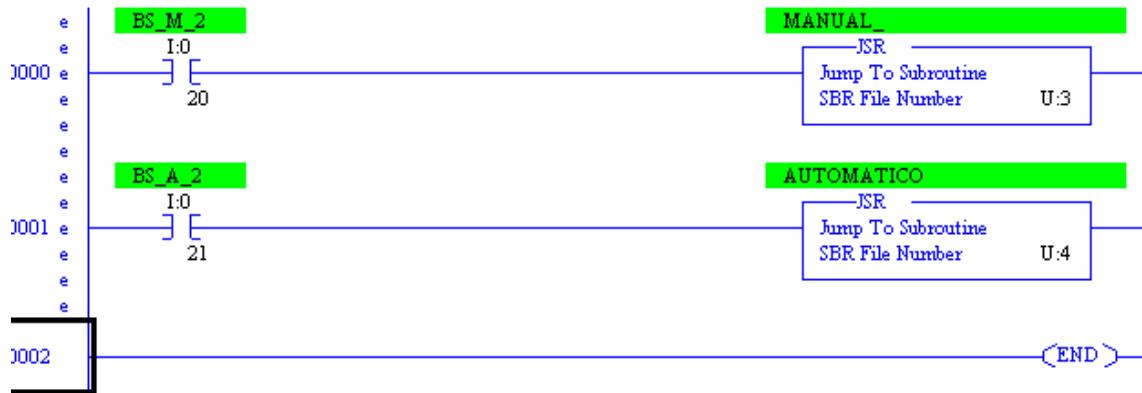
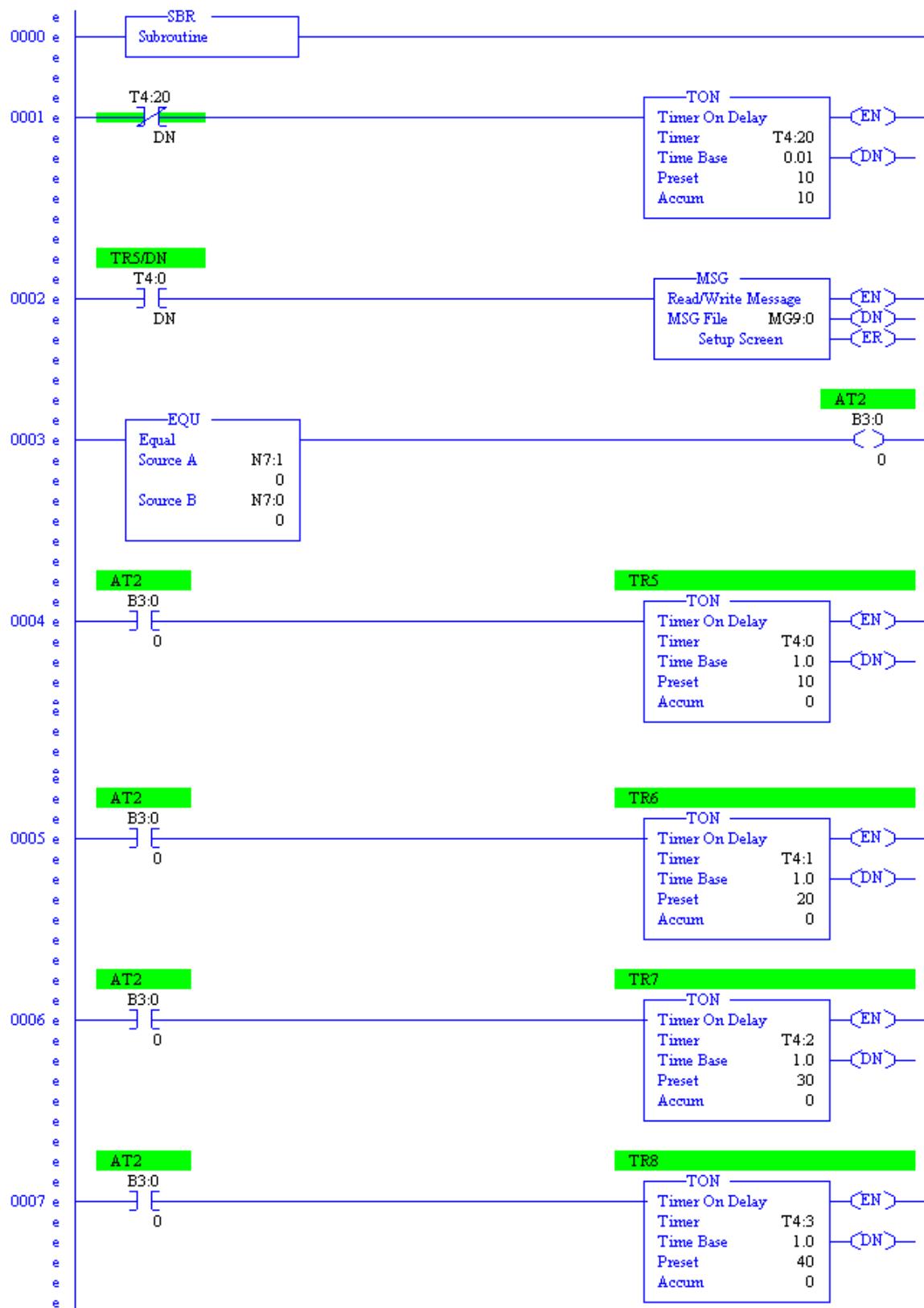
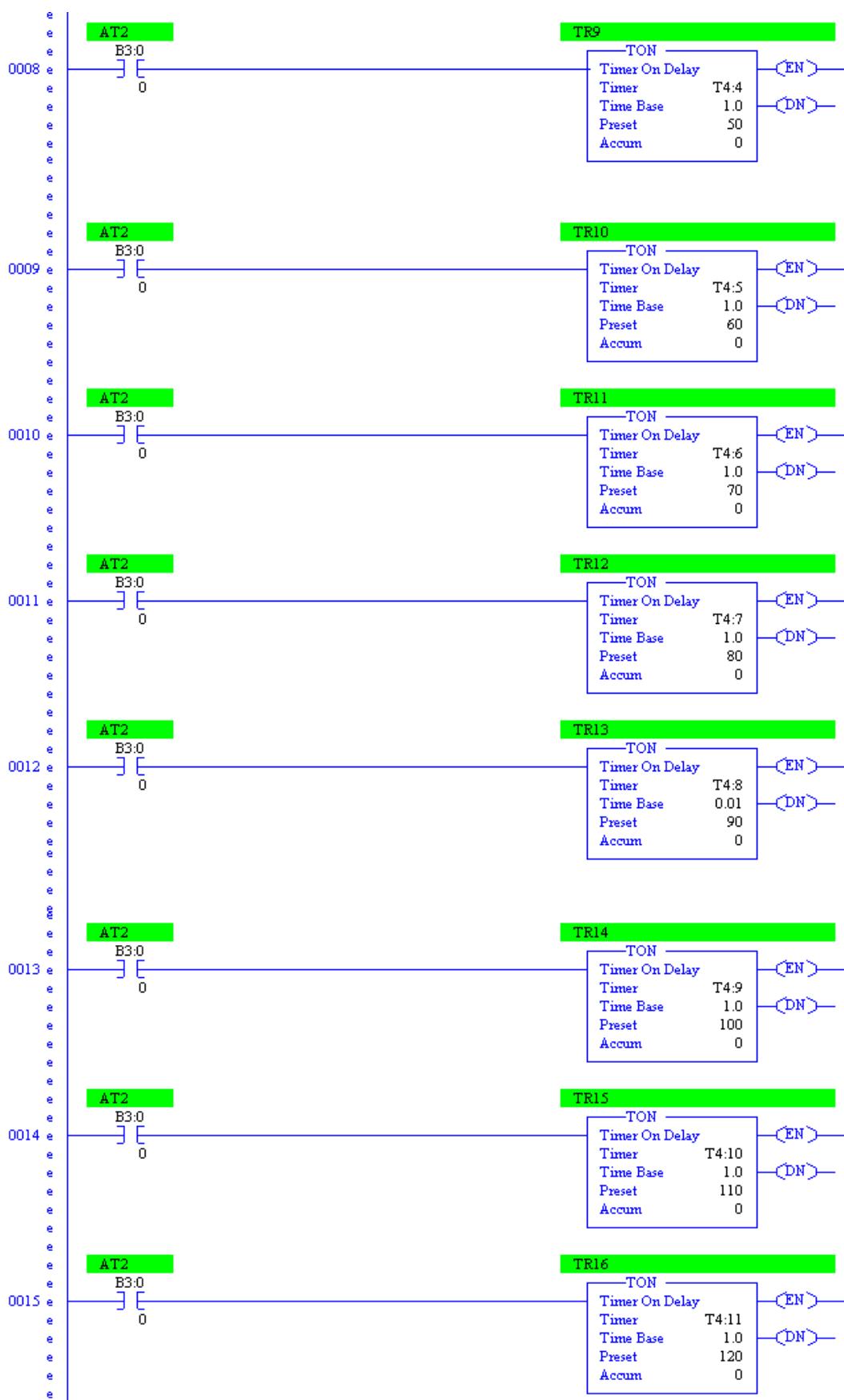
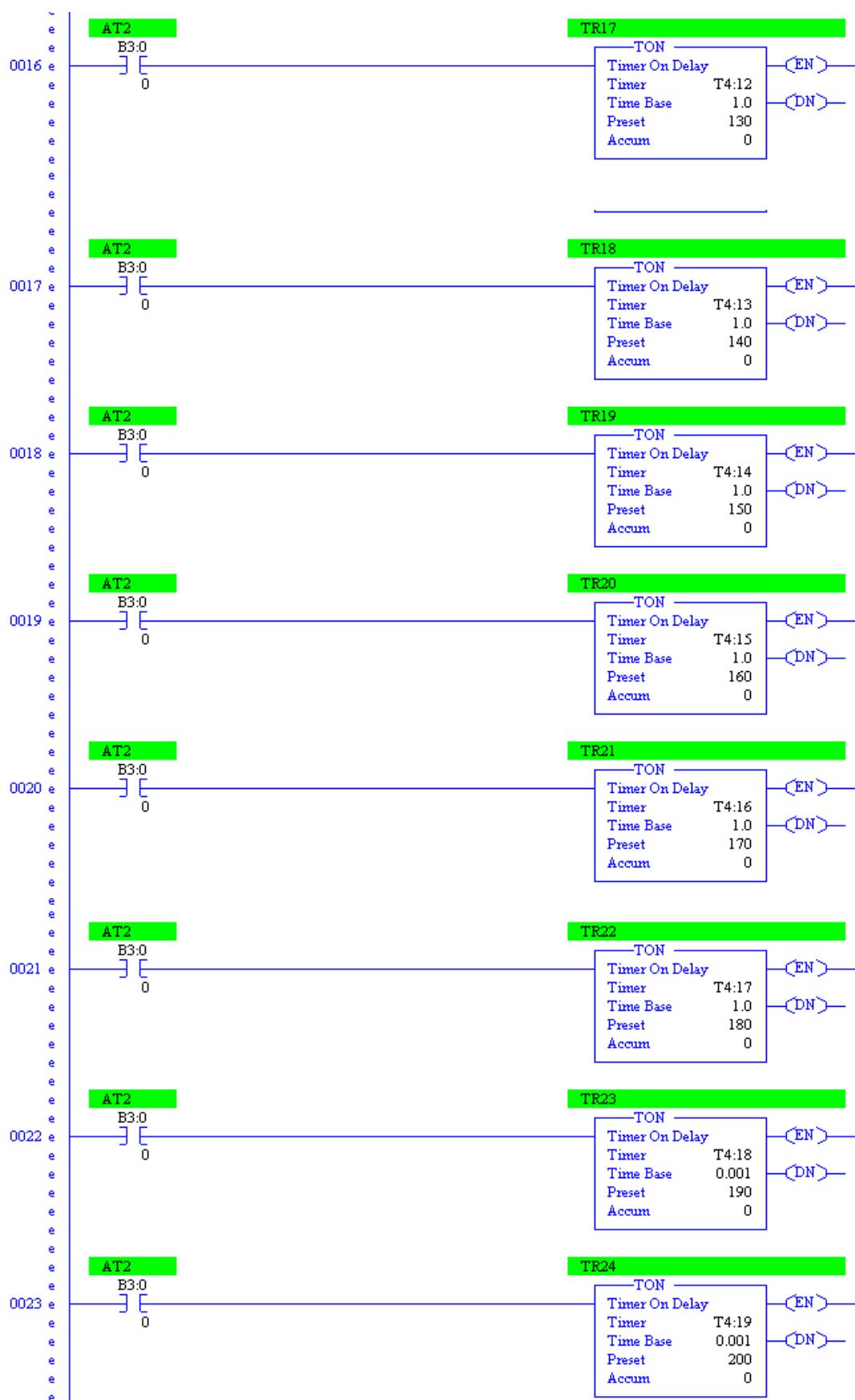


Fig. 4.20. Selección de modo de arranque manual del área Engorde 1 módulo 1

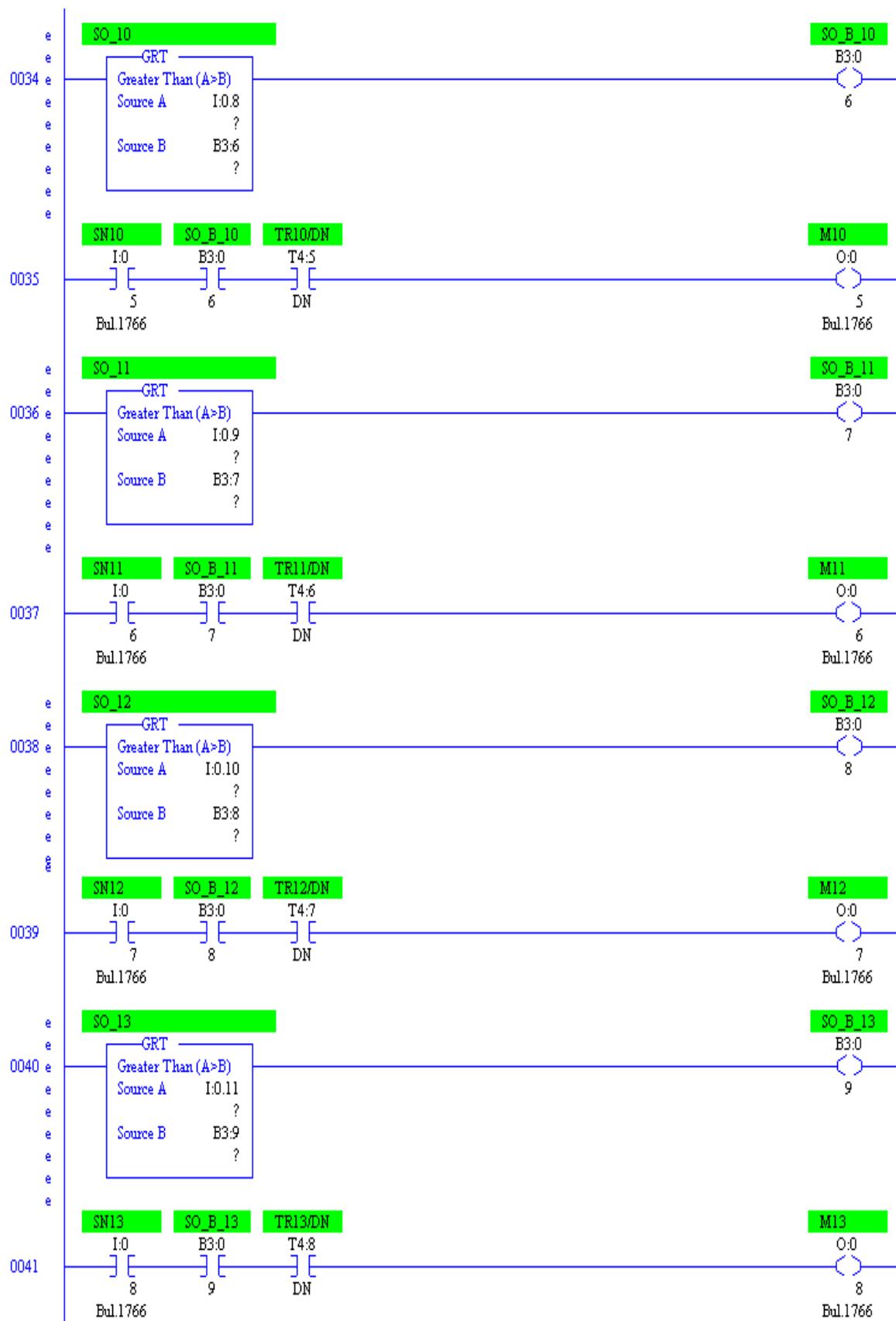
Al recibir la instrucción MSG (MG9:0) del PLC con la IP 192.168.1.8 del Módulo de Precria para ser leída en la instrucción de MSG (MG9:0) del PLC con la IP 192.168.1.9 del Módulo 1 de engorde 1 manda a comprobar con la instrucción EQU a N7:1 y N7:0 si son iguales activan AT2 (B3:0/0), la cual activa a los temporizadores para seguir la secuencia de accionamiento de los aeradores, el ultimo aireador manda activar la instrucción Mov, para que la palabra que se asigne en la instrucción MSG(MG9:1) del PLC con la IP 192.168.1.9 del Módulo 1 de engorde 1 pueda ser leída en la instrucción de MSG (MG9:1) del PLC con la IP 192.168.1.10 del Módulo 2 de engorde 1 como se muestra en la figura 4.21.

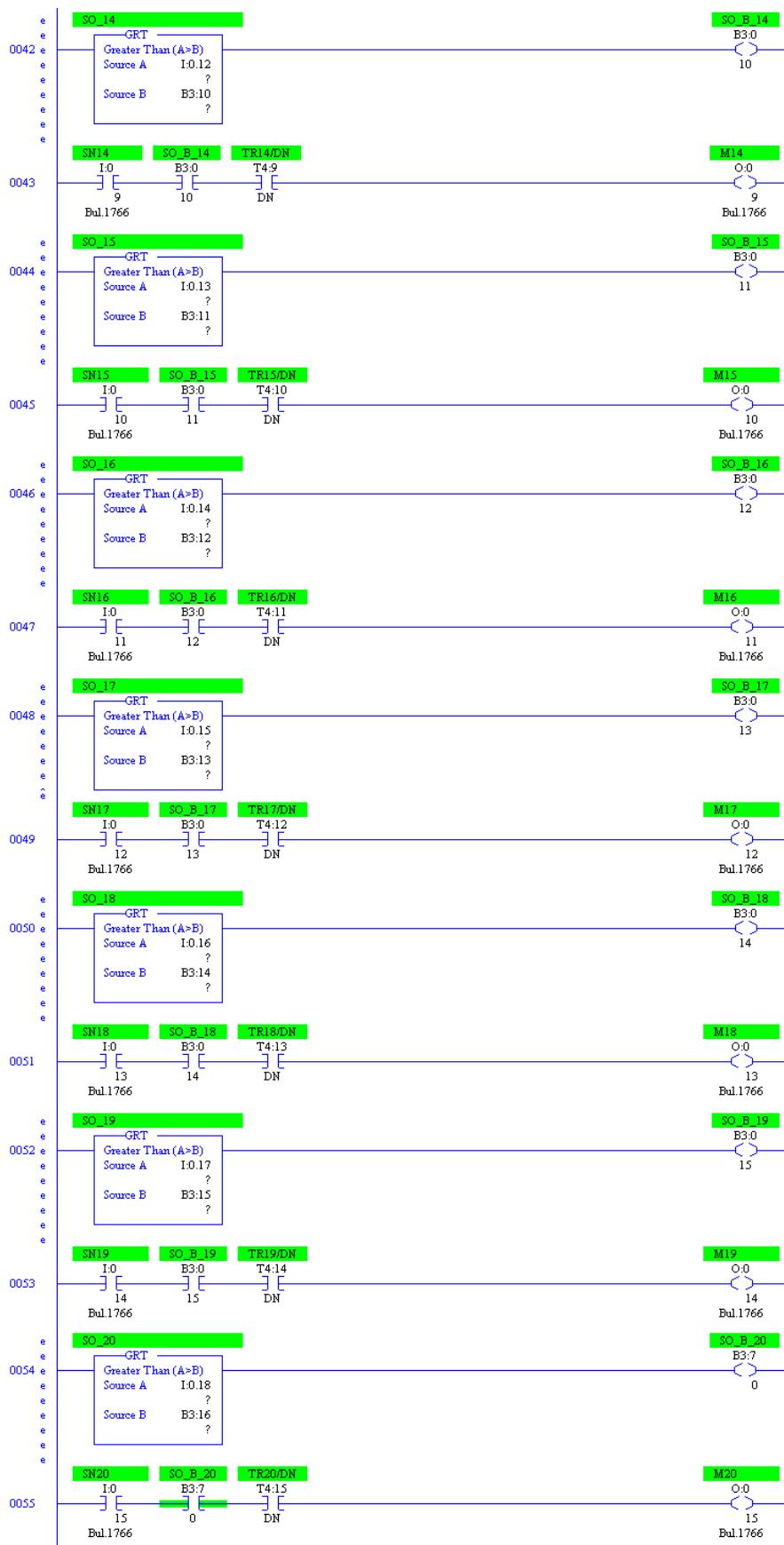












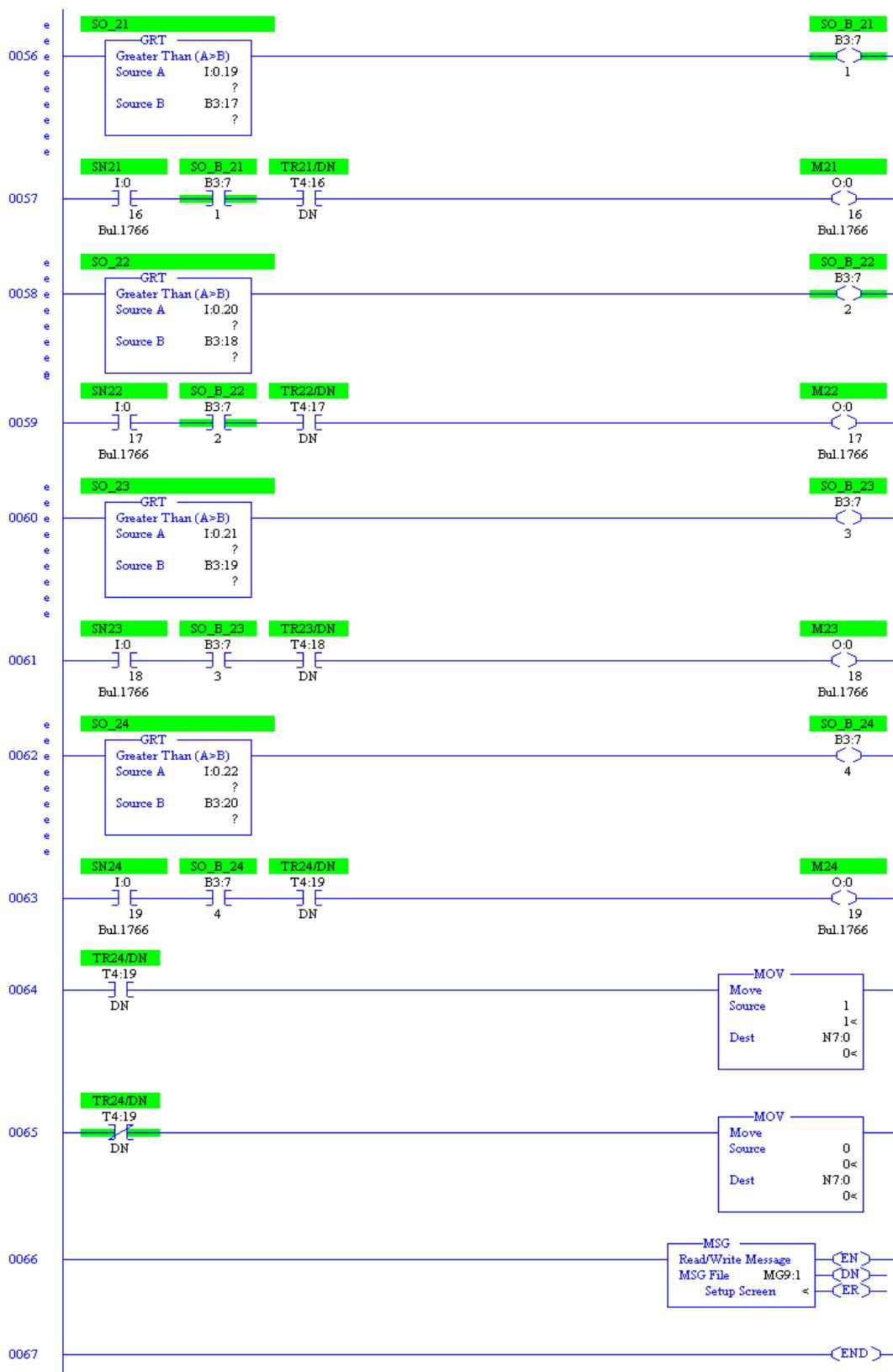
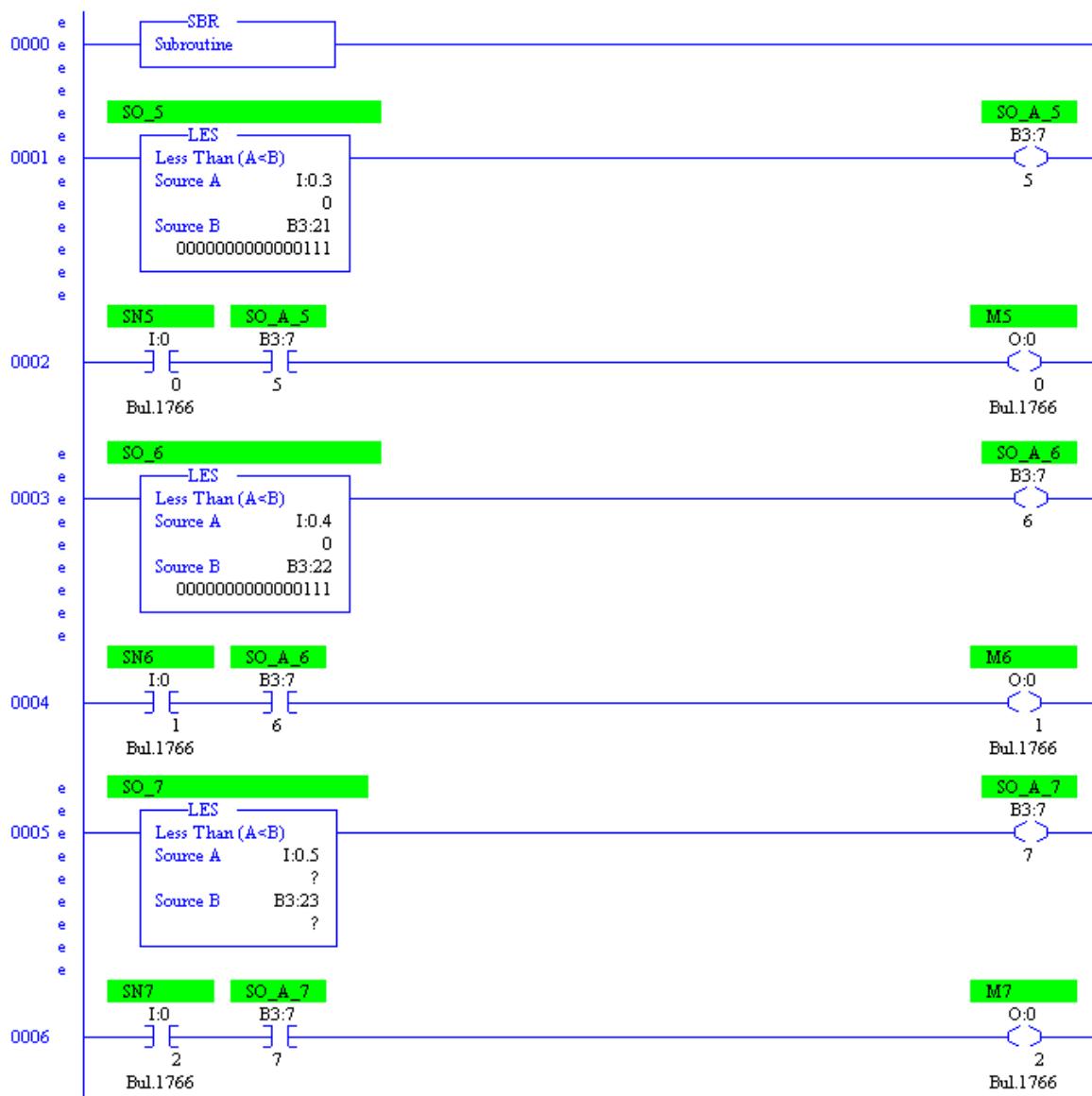
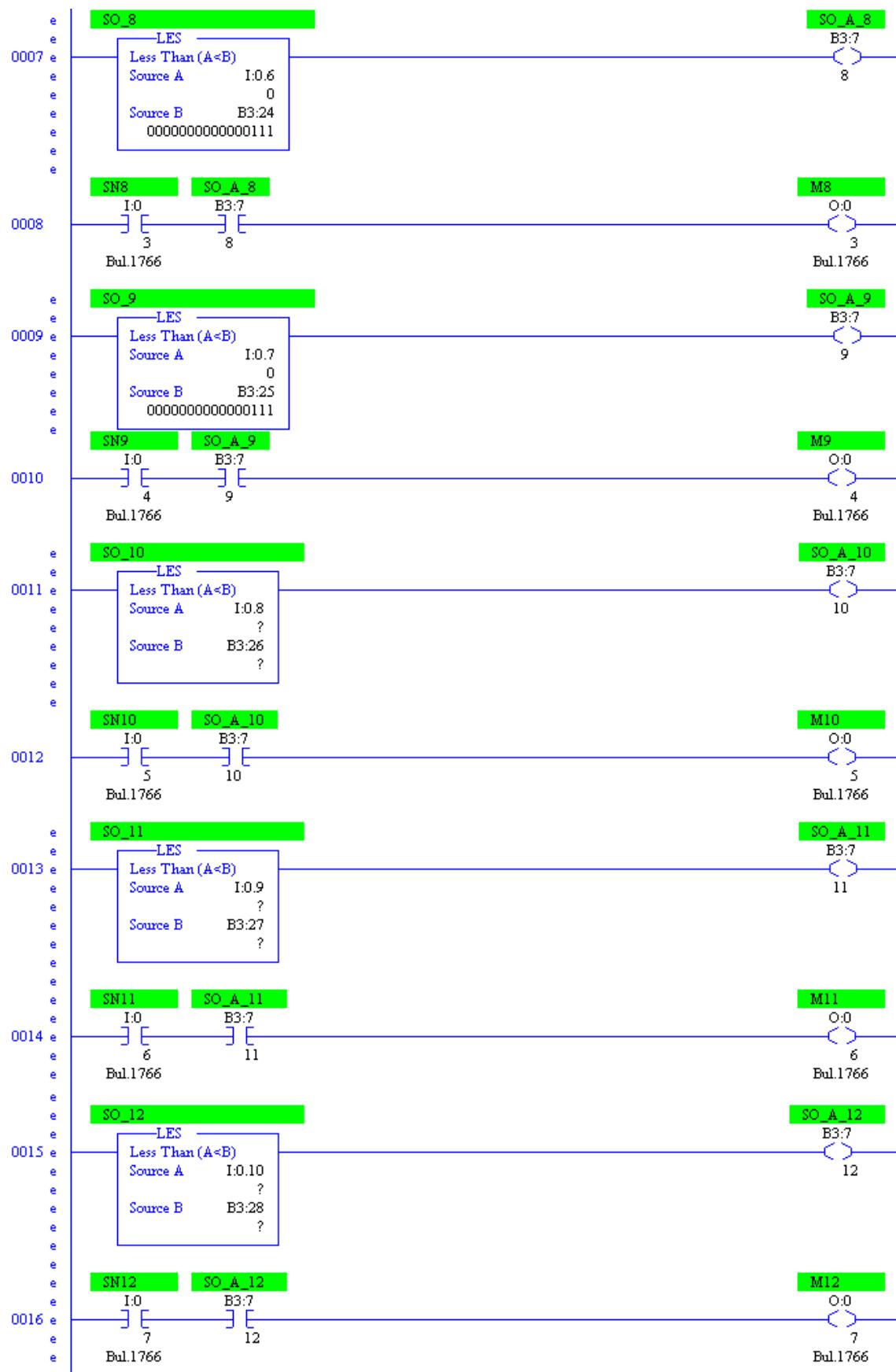


fig. 4.21 Diagrama secuencial PLC Módulo 1 Engorde I

Al termino del arranque secuencial en su totalidad y los estanques de precria tengan el oxigeno disuelto adecuado se selecciona el arranque automático, se activa atreves del botón selector de 3 posiciones usando uno de sus contactos BS A (I:0/21) la cual activa la instrucción salto de subrutina (JSR U:4) la cual te manda a la subrutina automático (SBR) como se aprecia en la figura 4.20.

Al seleccionar el modo automático los aeradores se activaran solamente cuando el sensor del de oxigeno disuelto (SO "X") no esté en sus parámetros establecidos y nivel del agua en el estanque es el apropiado indicados por sensor de nivel (SN "X") mostrado en la figura 4.22







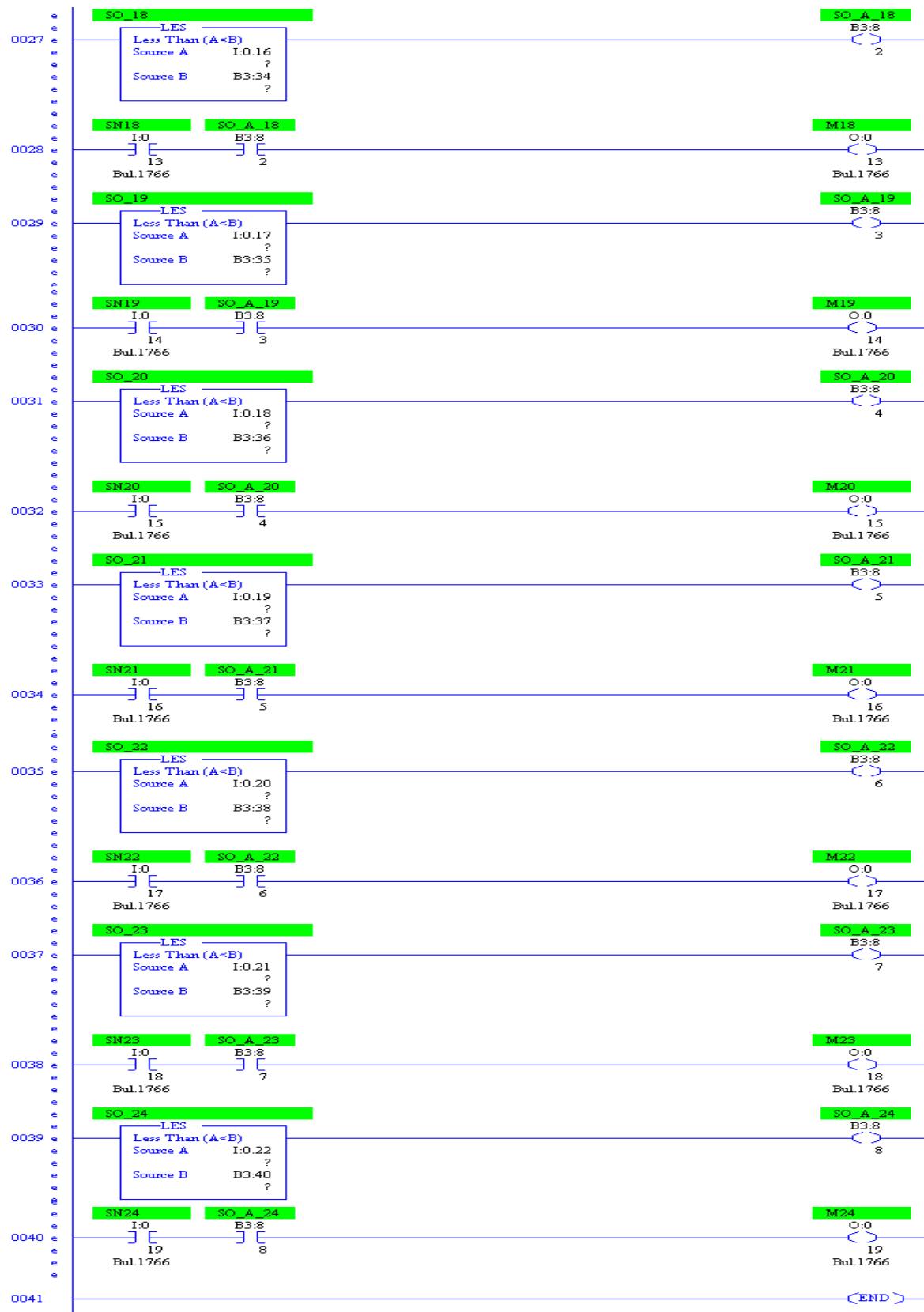


Fig. 4.22 Diagrama PLC de arranque automático Módulo 1 de Engorde I

4.7.2. Programación de módulo 2 de Engorde I

La secuencia de arranque manual funciona de la siguiente manera:

Para selección de arranque manual se activa a través del botón selector de 3 posiciones usando uno de sus contactos BS M (I:0/20) la cual activa la instrucción salto de subrutina (JSR U:3) la cual te manda a la subrutina manual (SBR) como se aprecia en la figura 4.23.

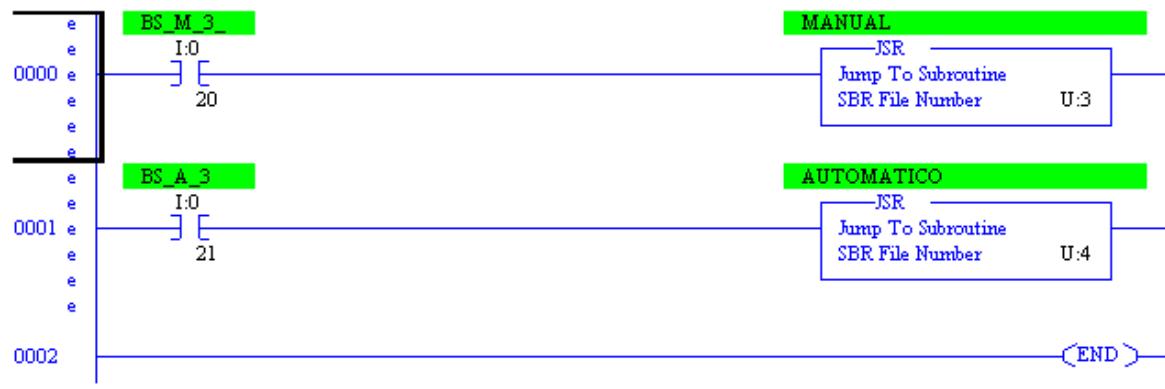
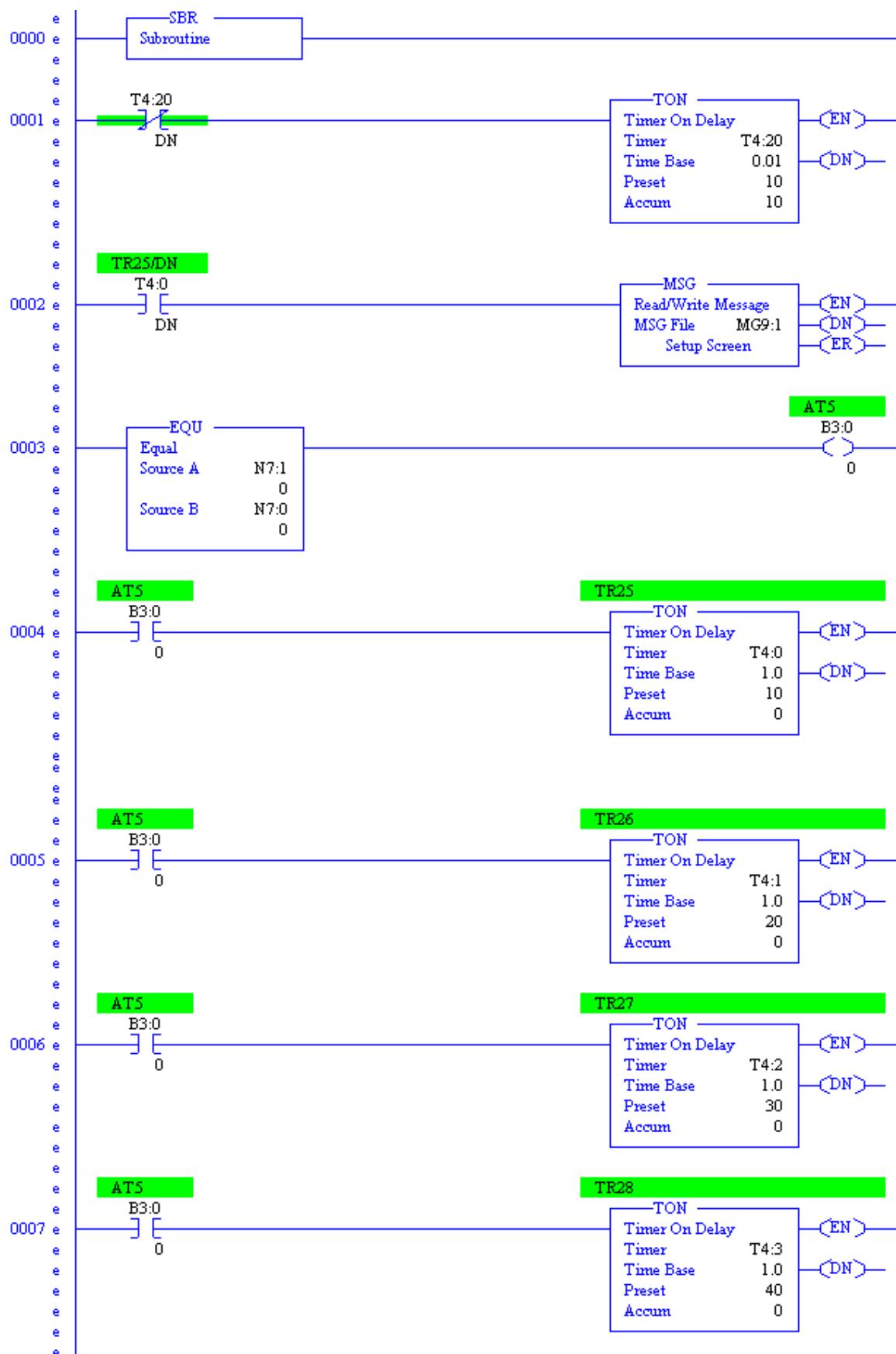
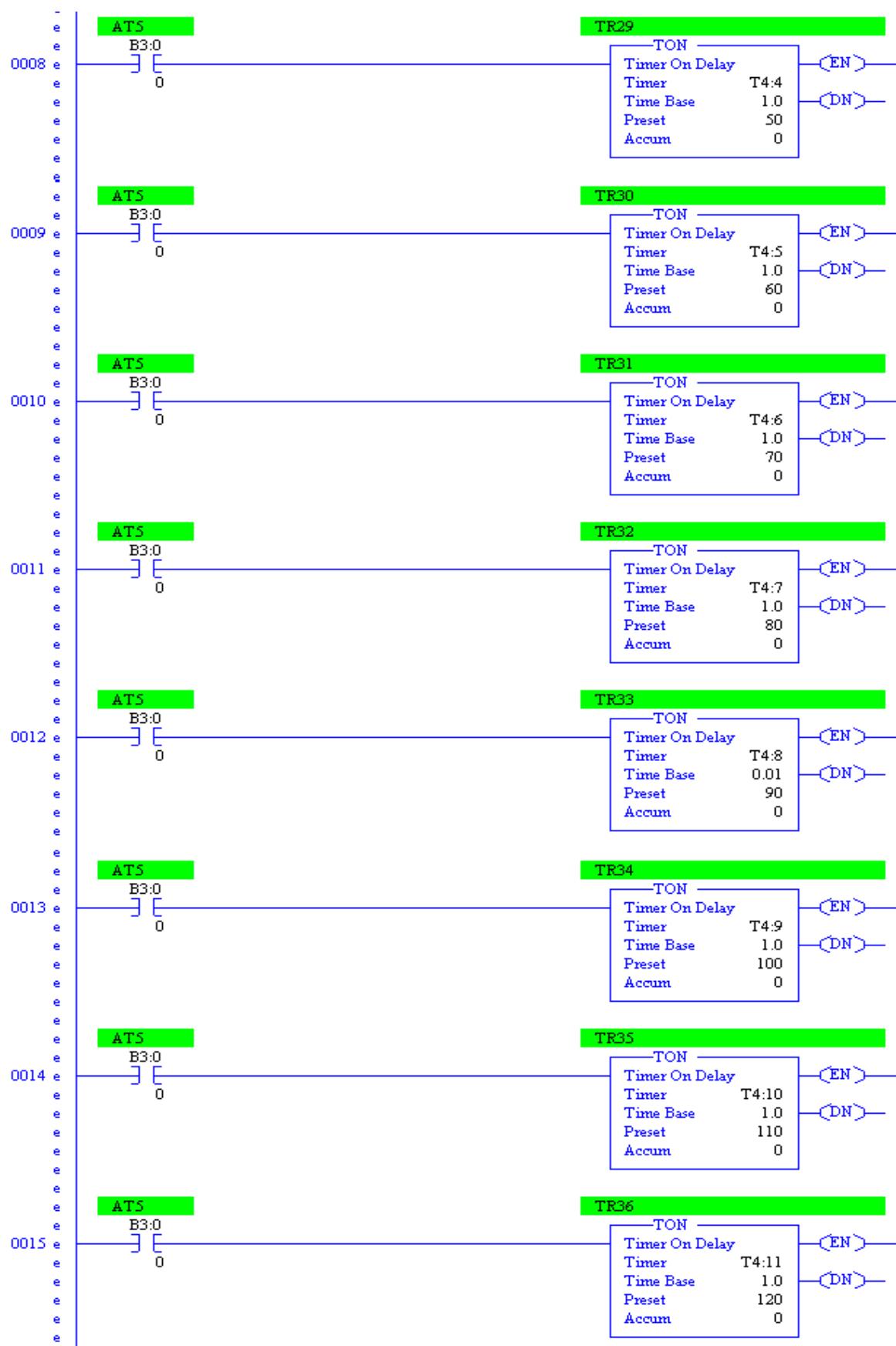
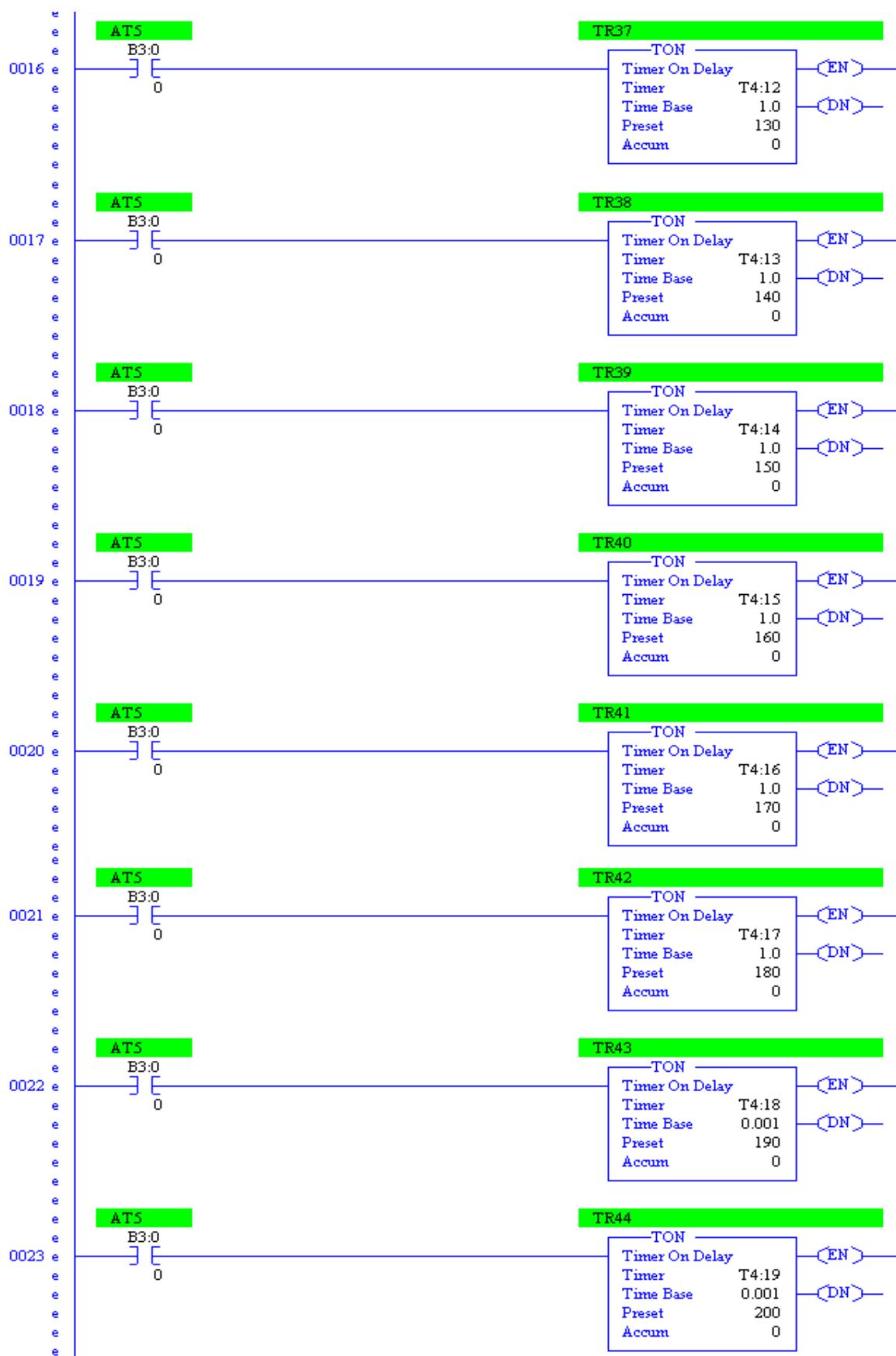


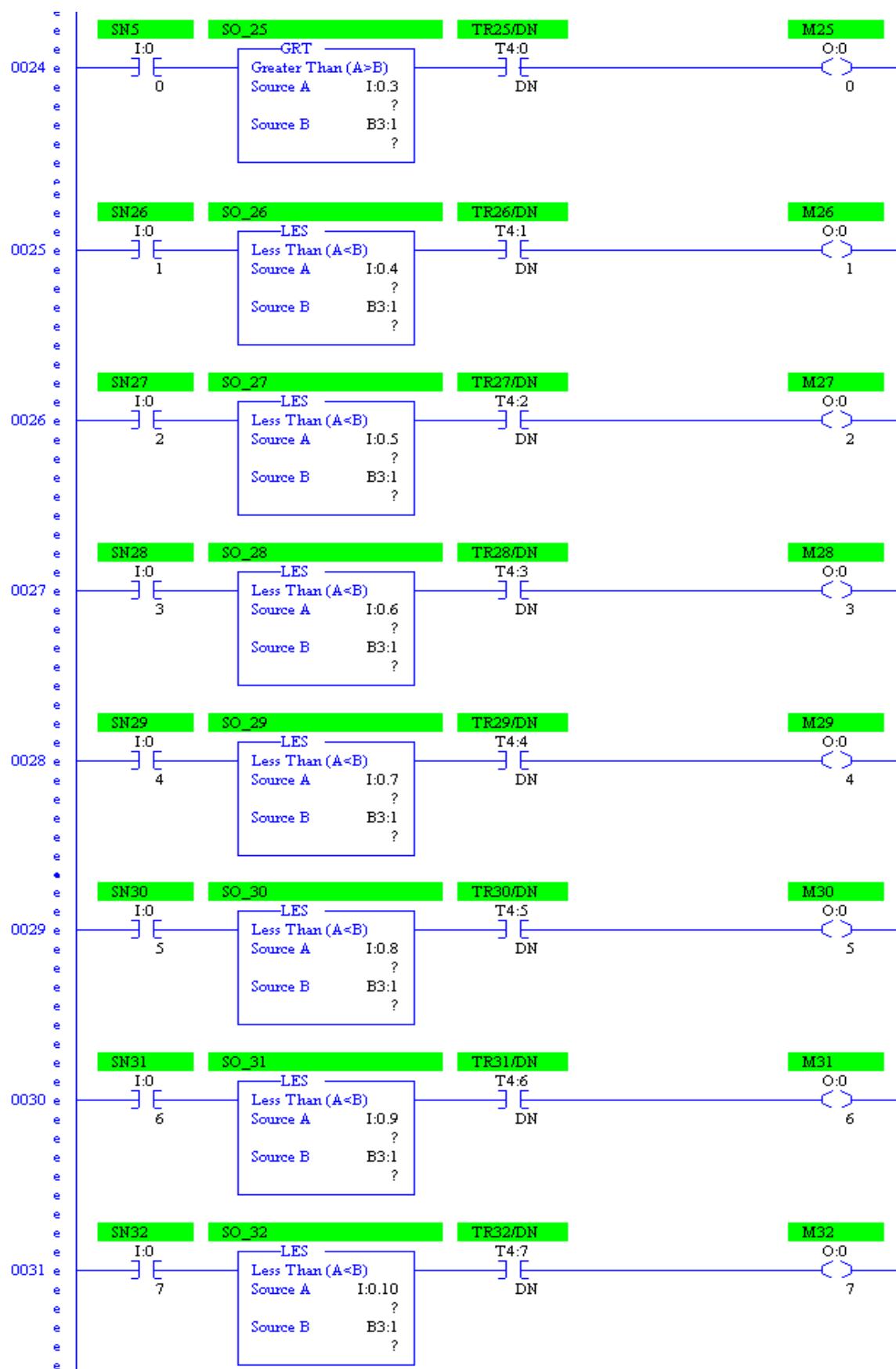
Figura 4.23 Selección de modo de arranque manual área Engorde 1 modulo 2

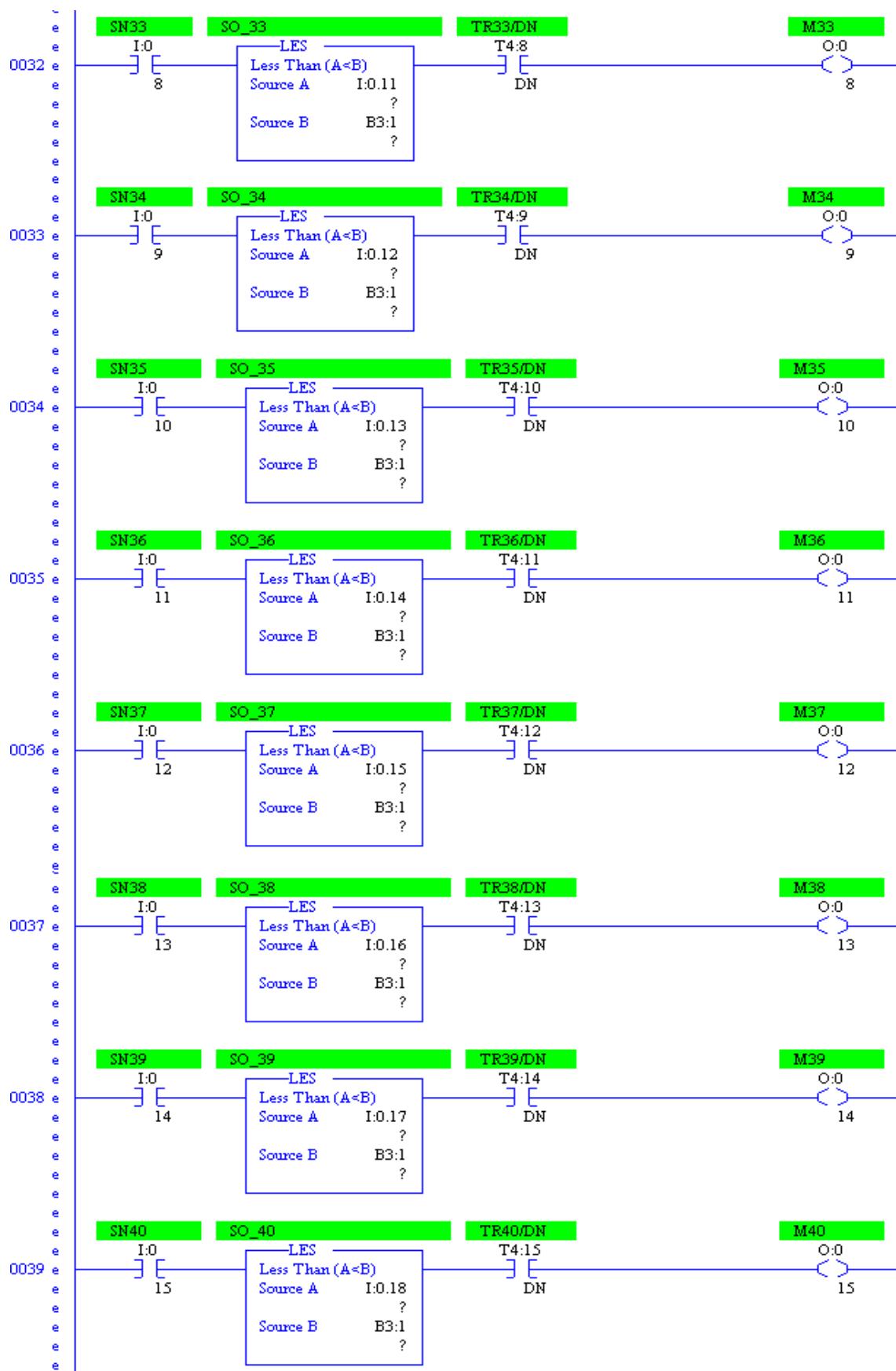
Al recibir la instrucción MSG (MG9:1) del PLC con la IP 192.168.1.9 del Módulo 1 de Engorde I para ser leída en la instrucción de MSG (MG9:1) del PLC con la IP 192.168.1.10 del Modulo 1 de engorde 1 manda a comprobar con la instrucción EQU a N7:1 y N7:0 si son iguales activan AT2 (B3:0/0), la cual activa a los temporizadores para seguir la secuencia de accionamiento de los aeradores, el ultimo aireador manda activar la instrucción Mov, para que la palabra que se asignó en la instrucción MSG(MG9:2) del PLC con la IP 192.168.1.10 del Módulo 1 de engorde 1 pueda ser leída en la instrucción de MSG (MG9:2) del PLC con la IP 192.168.1.10 del Módulo 1-1 de engorde 2 como se muestra en la figura 4.24.











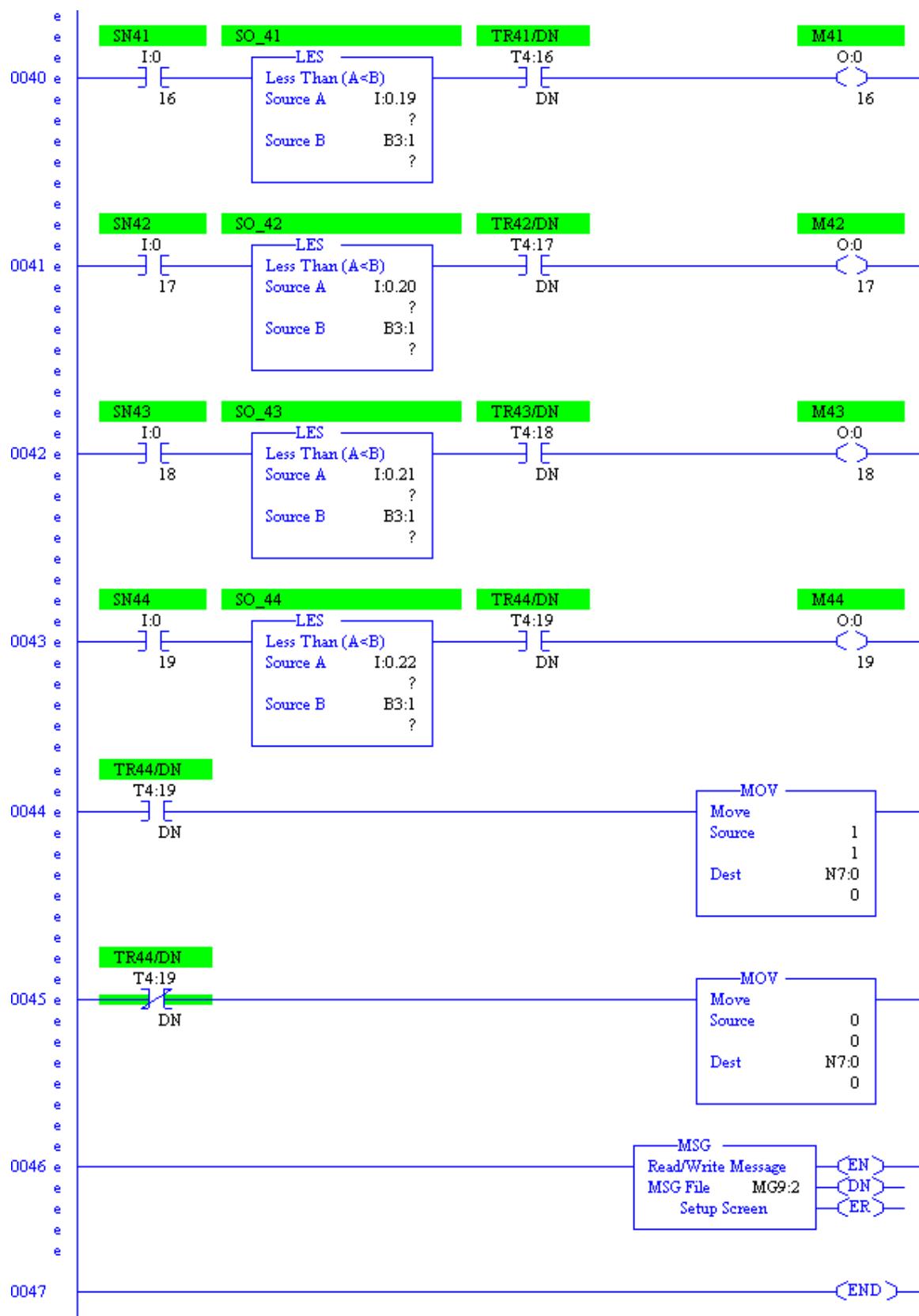
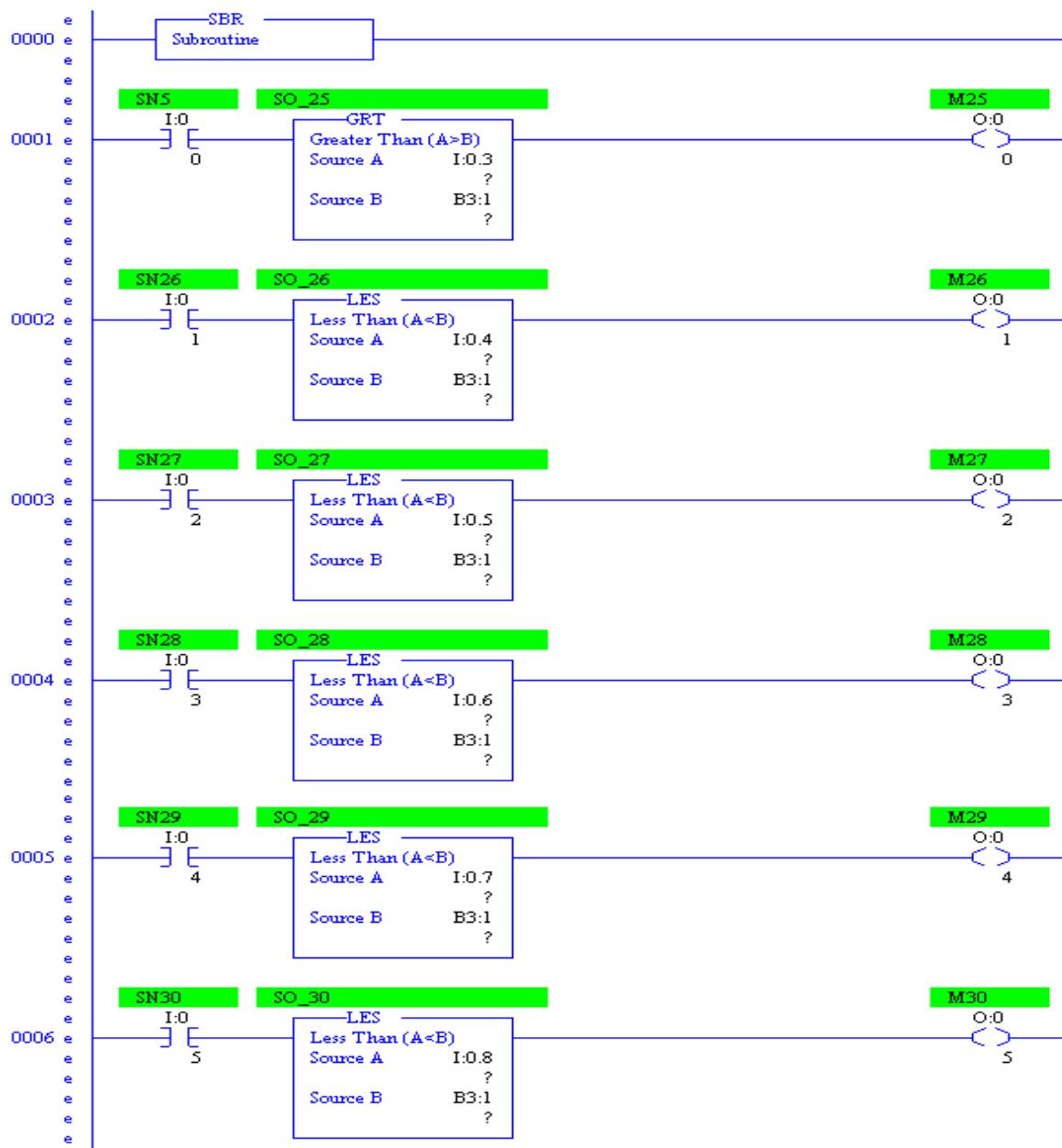
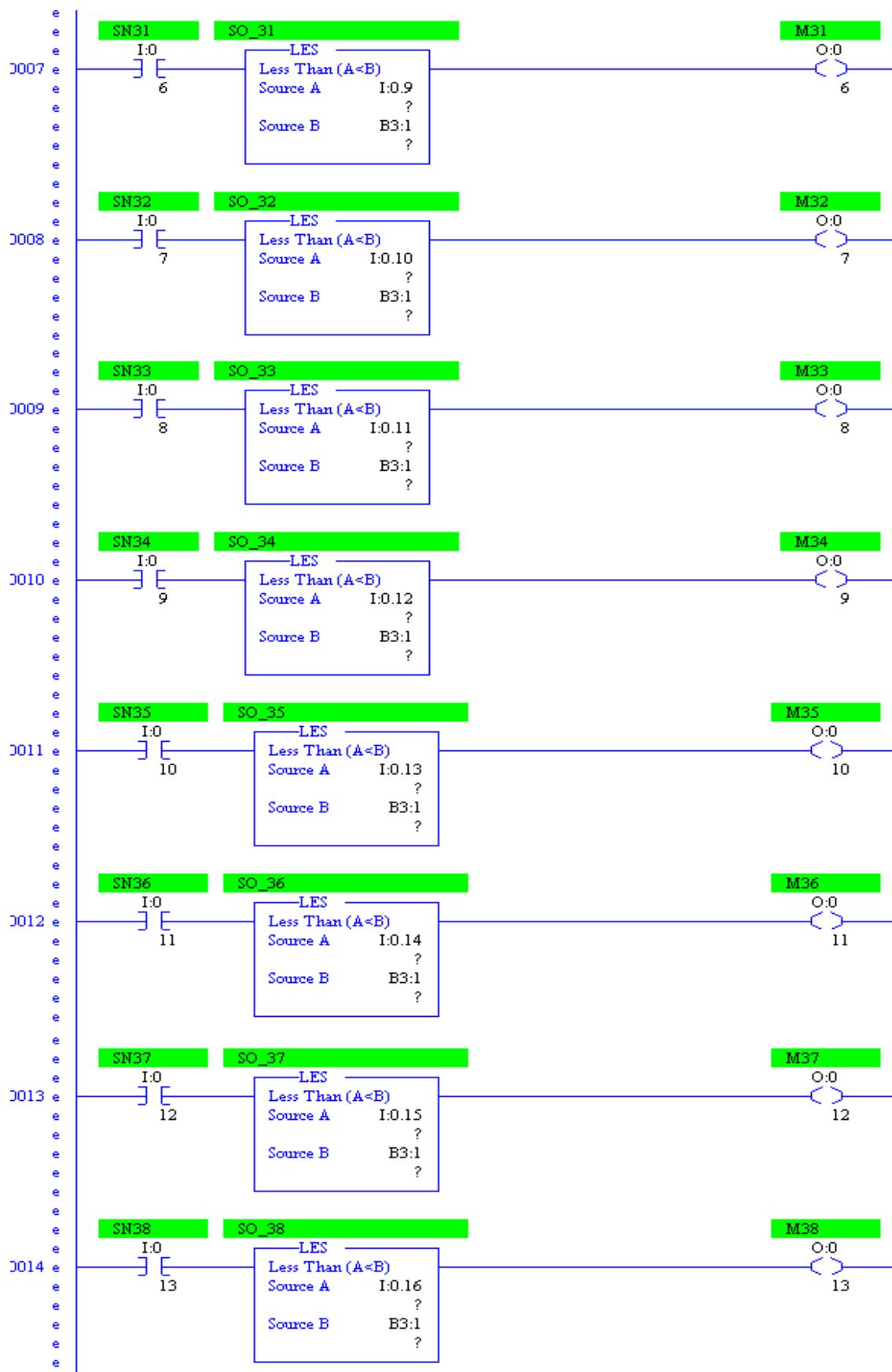


fig. 4.24 Diagrama secuencial PLC Módulo 2 Engorde I

Al termino del arranque secuencial en su totalidad y los estanques de precria tengan el oxígeno disuelto adecuado se selecciona el arranque automático, se activa a través del botón selector de 3 posiciones usando uno de sus contactos BS A 3 (I:0/21) la cual activa la instrucción salto de subrutina (JSR U:4) la cual te manda a la subrutina automático (SBR) como se aprecia en la figura 4.23.

Al seleccionar el modo automático los aeradores se activaran solamente cuando el sensor del de oxígeno disuelto (SO "X") no esté en sus parámetros establecidos y nivel del agua en el estanque es el apropiado indicados por sensor de nivel (SN "X") mostrado en la figura 4.25





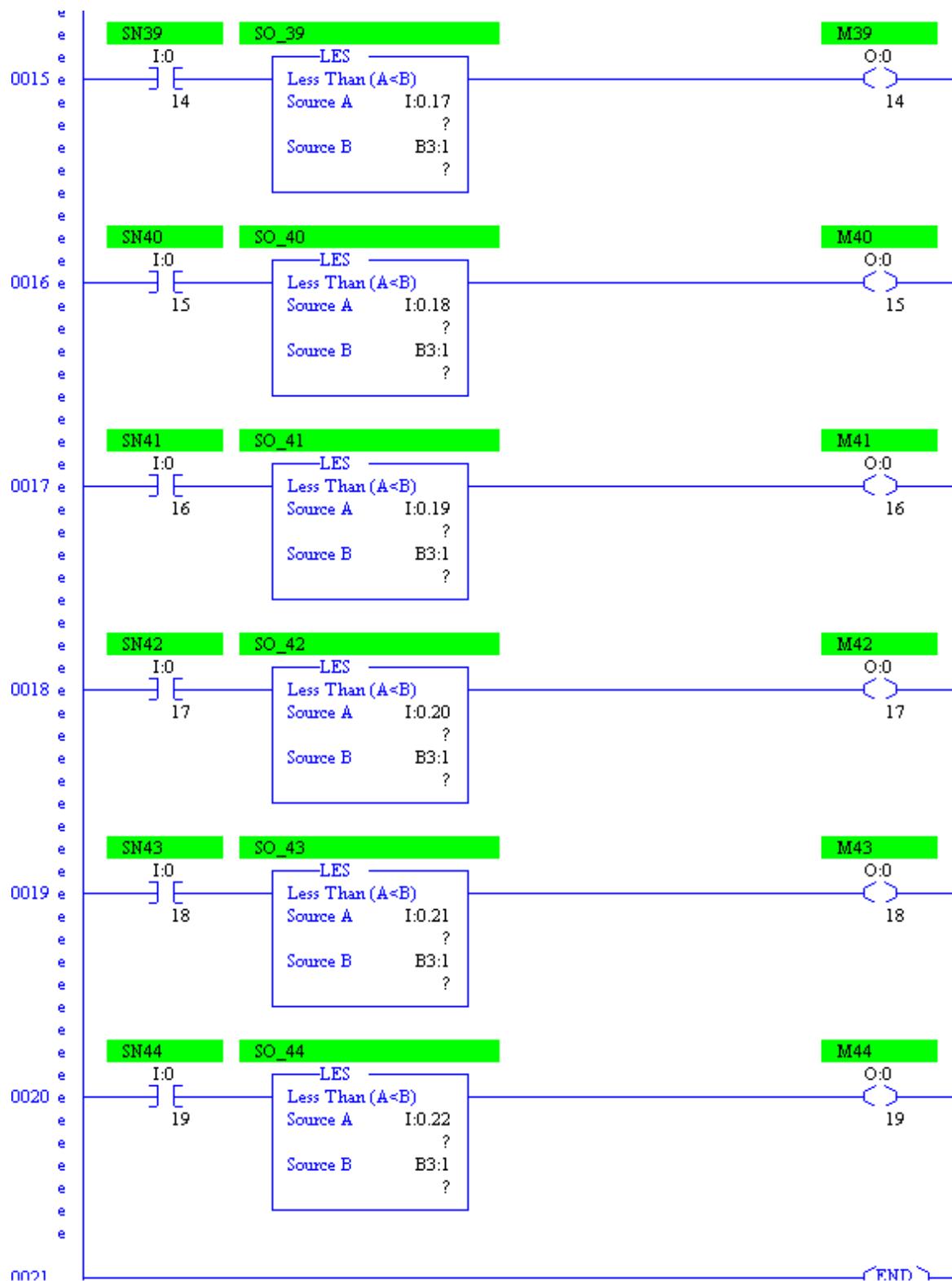


Fig. 4.25 Diagrama PLC de arranque automático Módulo 2 de Engorde I

4.8. Programación del área de Engorde 2

El arranque secuencial de esta área el botón selector del módulo 1 y 2 deben de estar en modo manual, si no es de esta forma no se podrá realizar el arranque secuencial.

La programación se lleva a cabo utilizando contactos normalmente abiertos(I:0/0), cerrados(I:0/0), temporizadores (TON), comando de BIT que puede ser una bobina de entrada (B3:0), salida o interna entre otros, la instrucción para selección el tipo arranque manual o automático (instrucción JSR), la instrucción para pasar al tipo de operación ya sea manual o automática (instrucción SBR) instrucciones para cargar un valor (instrucción Mov), la instrucción que indica oxígeno disuelto bajo (instrucción LES), instrucción de indicación de oxígeno disuelto alto (instrucción GRT), e instrucciones para mandar un mensaje de un PLC a otro PLC (instrucción MSG).

4.8.1. Programación de módulo 1-1 de Engorde 2

La secuencia de arranque manual funciona de la siguiente manera:

Para selección de arranque manual se activa a través del botón selector de 3 posiciones usando uno de sus contactos BS M (I:0/20) la cual activa la instrucción salto de subrutina (JSR U:3) la cual te manda a la subrutina manual (SBR) como se aprecia en la figura 4.26

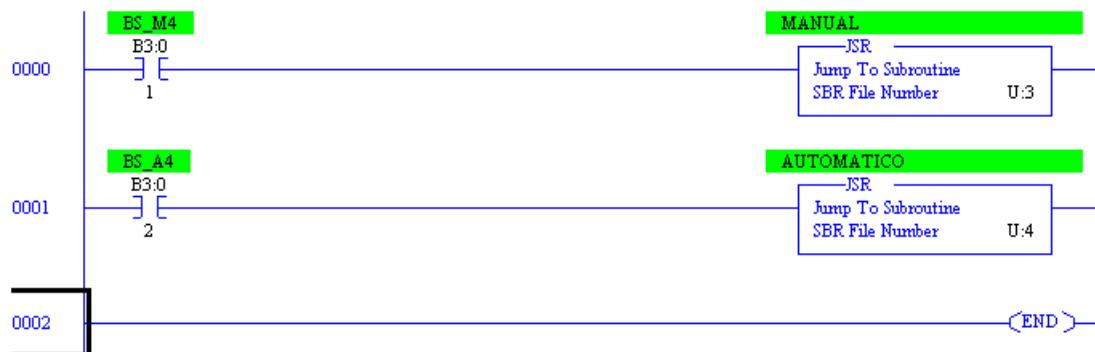
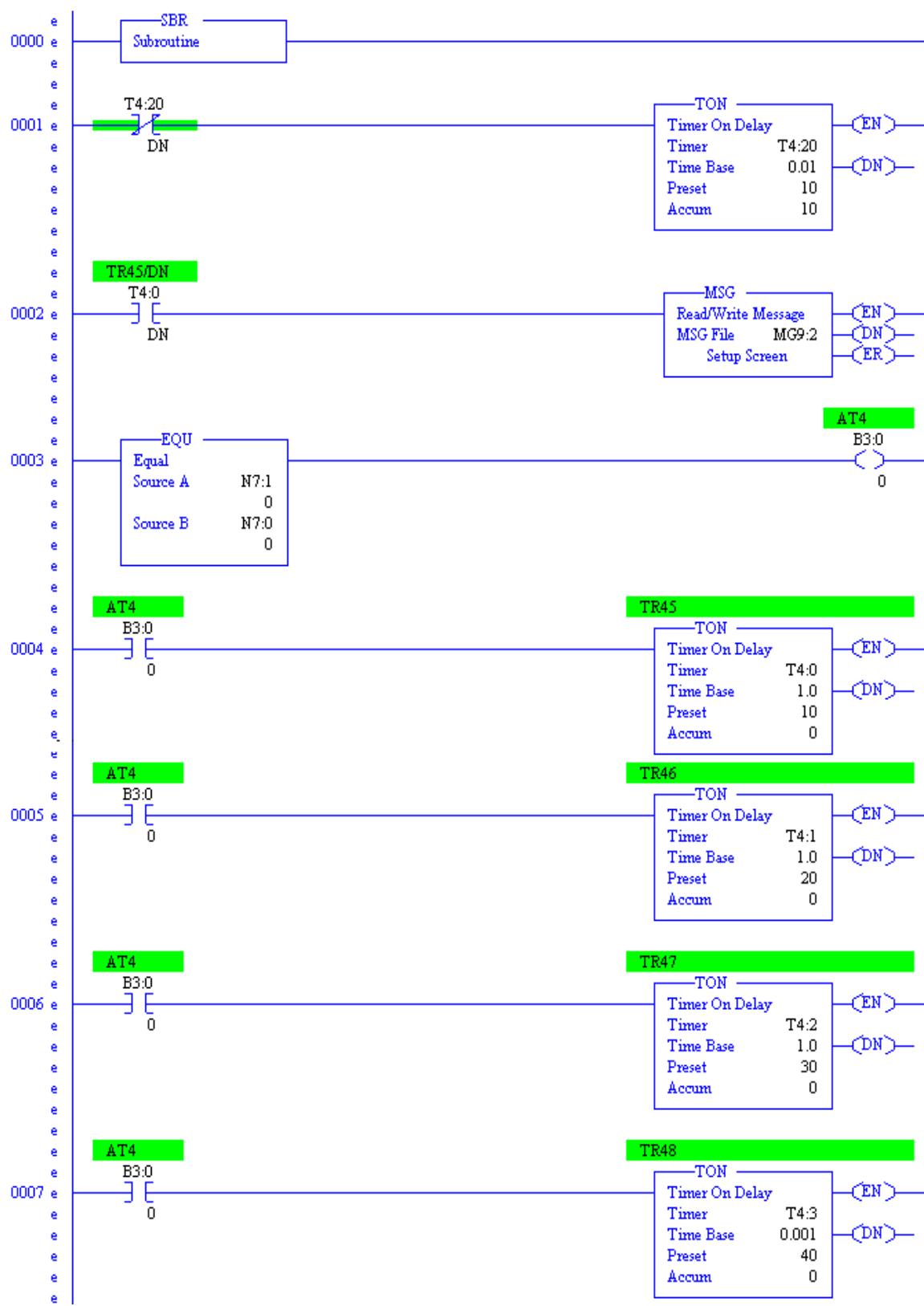
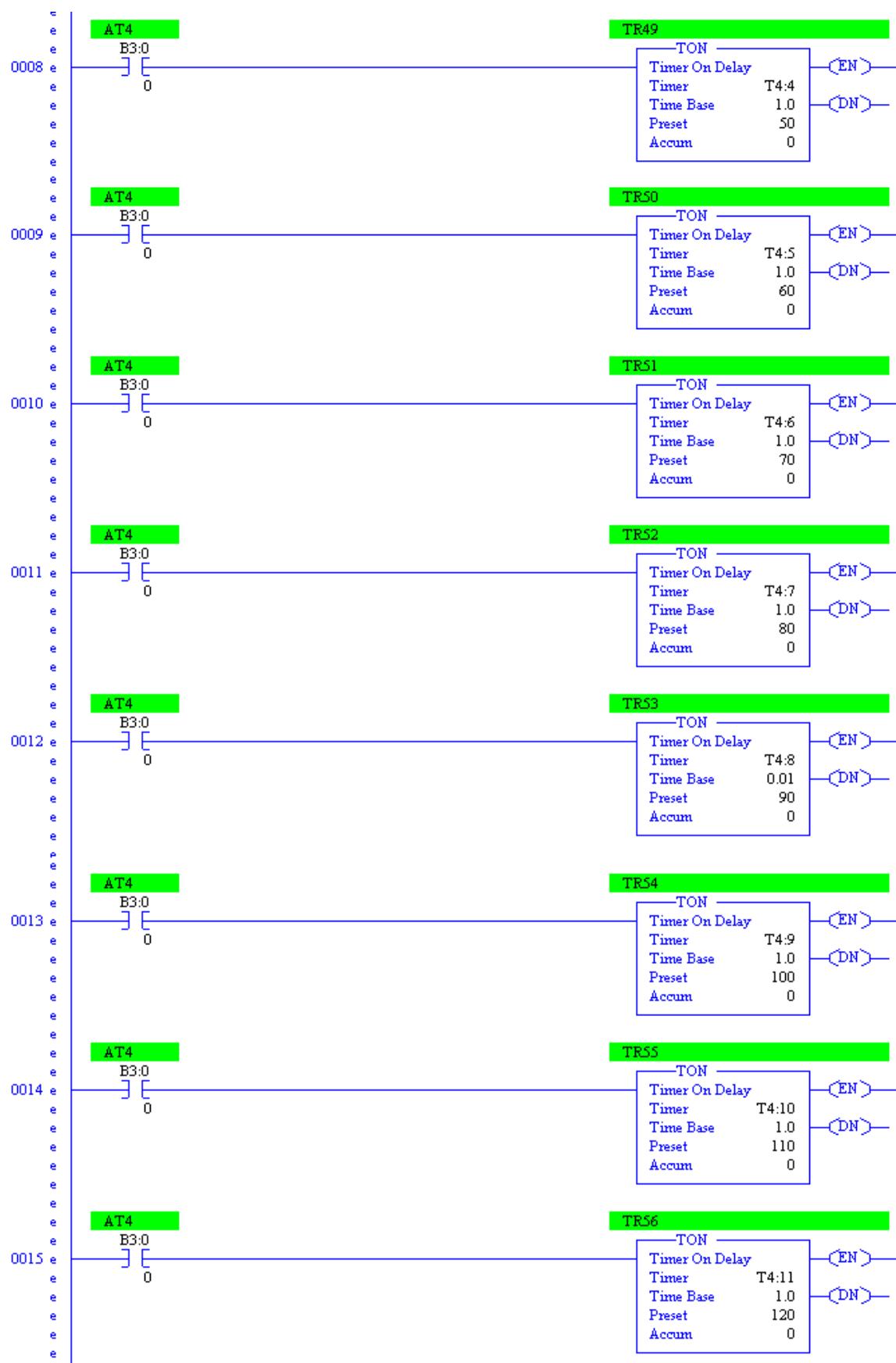
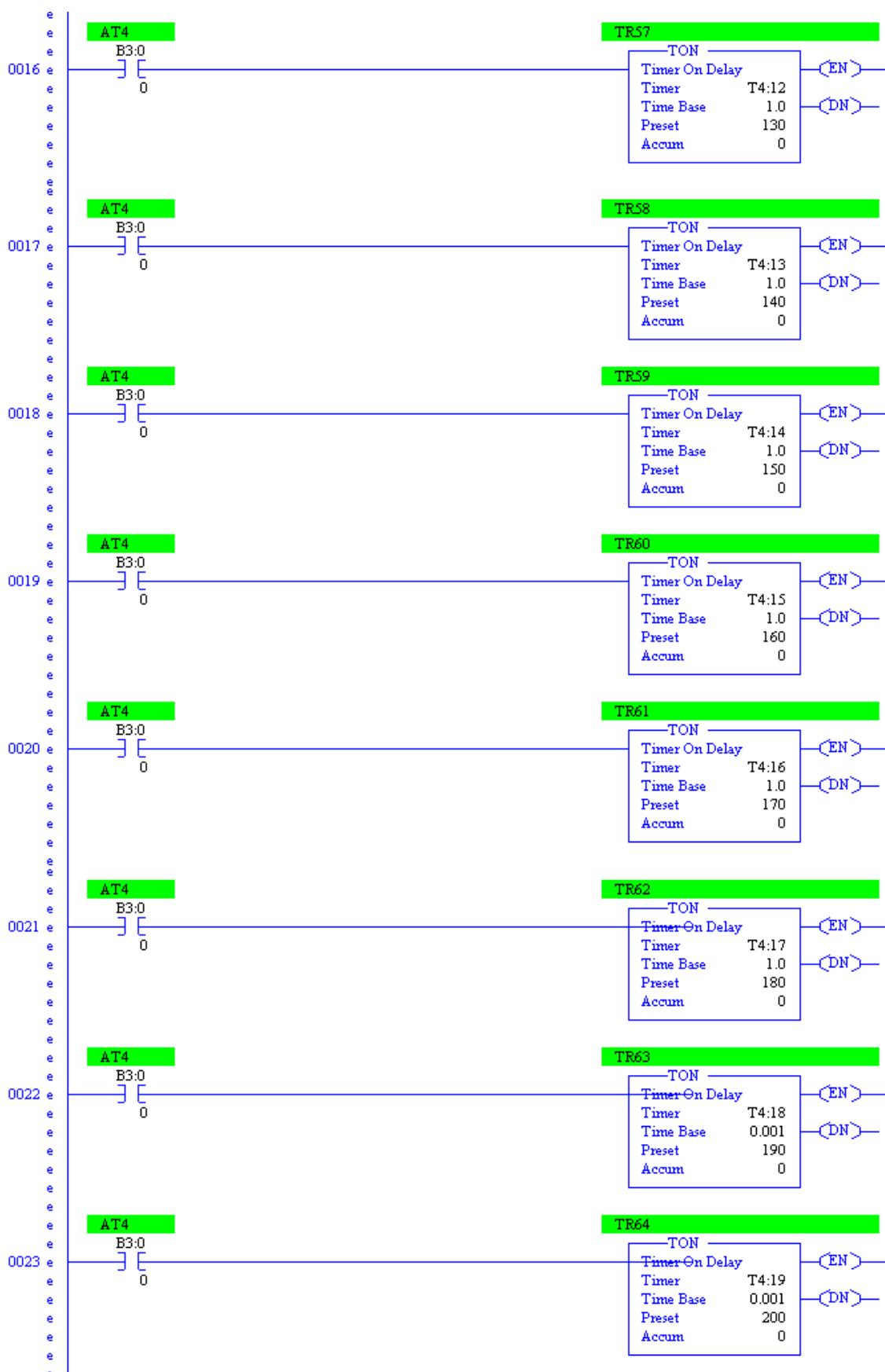


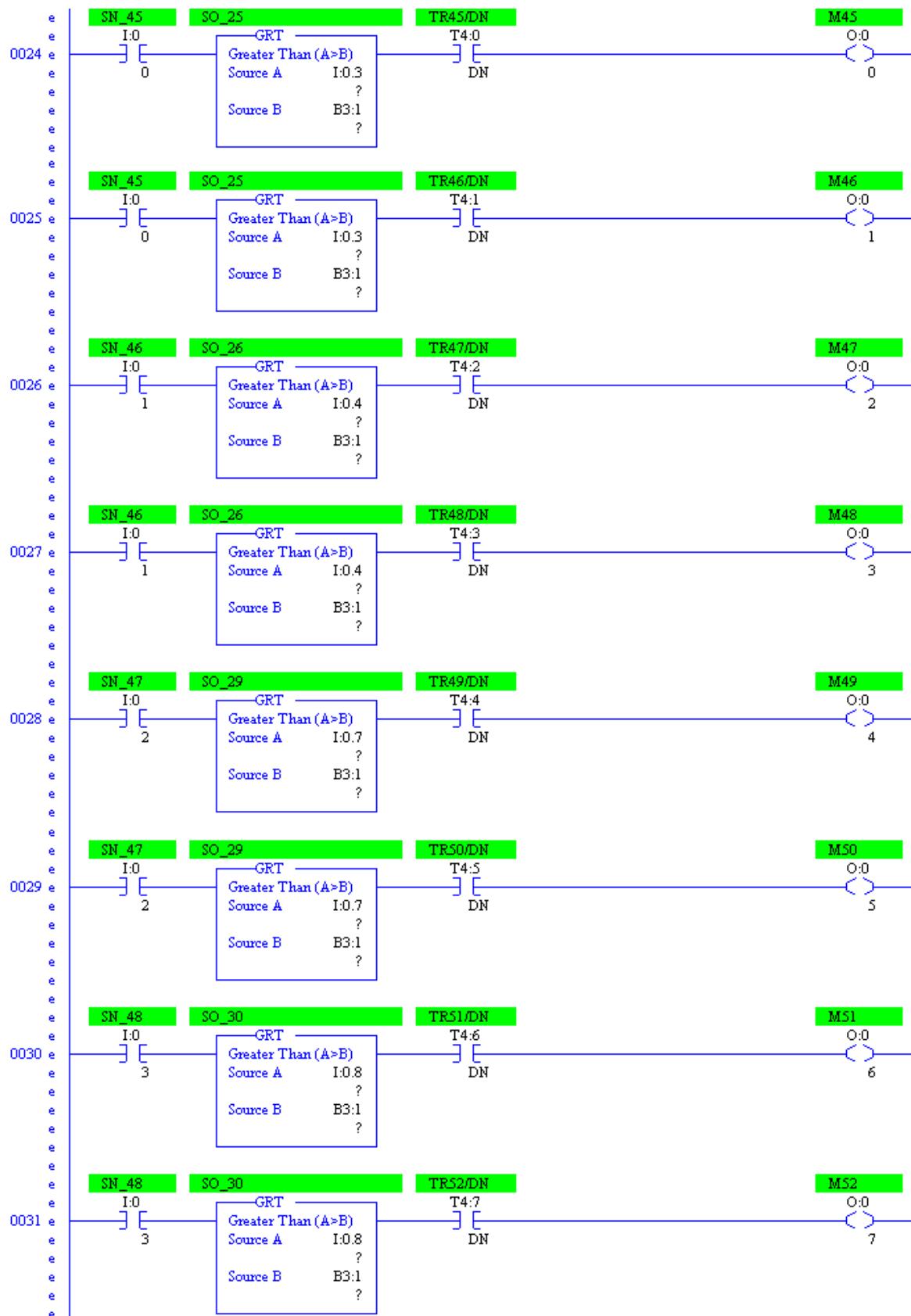
Figura 4.26 Selección de modo de arranque manual área Engorde 2 módulo 1-1

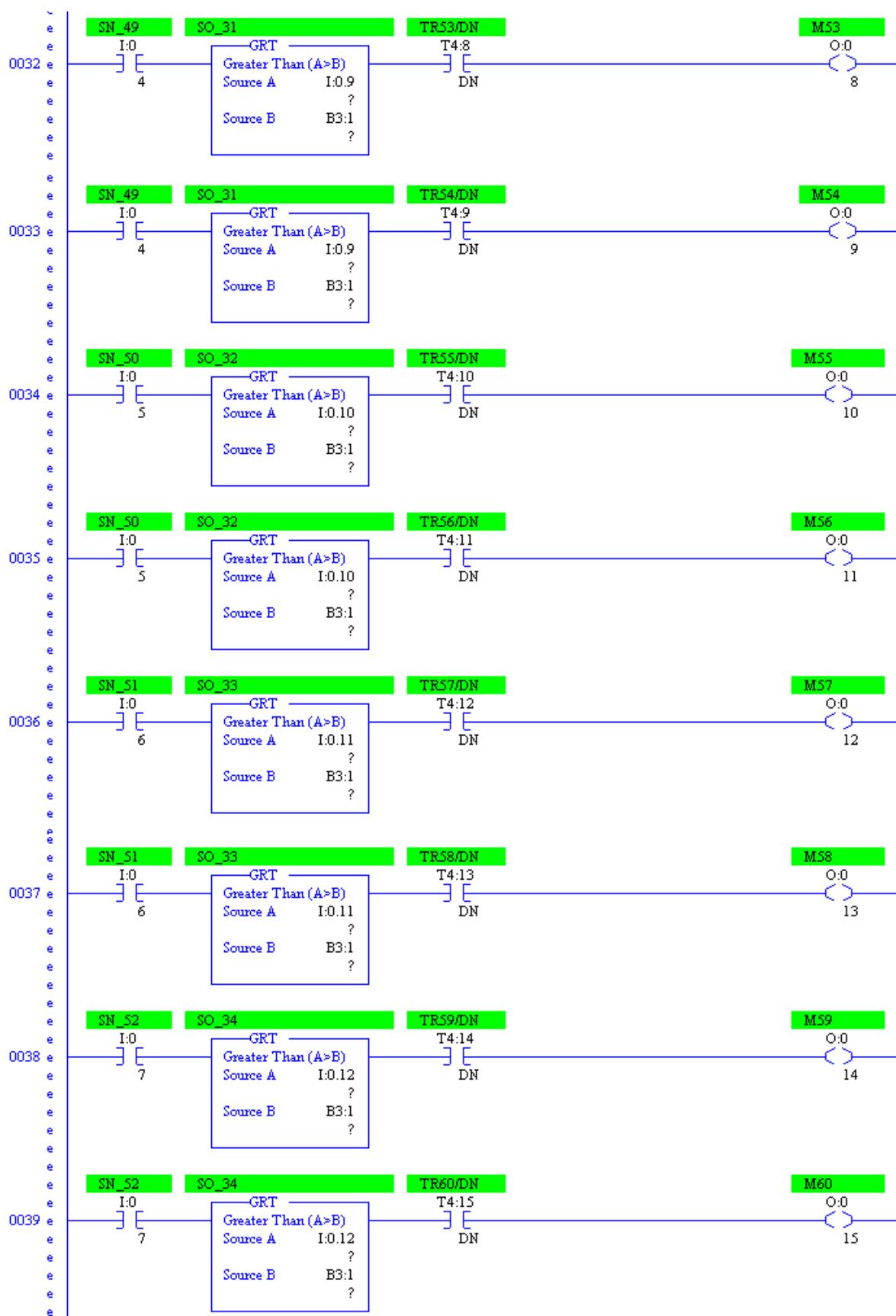
Al recibir la instrucción MSG (MG9:2) del PLC con la IP 192.168.1.10 del Módulo 1 de Engorde I para ser leída en la instrucción de MSG (MG9:2) del PLC con la IP 192.168.1.11 del Módulo 1 de engorde 1 manda a comprobar con la instrucción EQU a N7:1 y N7:0 si son iguales activan AT2 (B3:0/0), la cual activa a los temporizadores para seguir la secuencia de accionamiento de los aeradores, el ultimo aireador manda activar la instrucción Mov, para que la palabra que se asigne en la instrucción MSG(MG9:3) del PLC con la IP 192.168.1.11 del Módulo 1 de engorde 1 pueda ser leída en la instrucción de MSG (MG9:3) del PLC con la IP 192.168.1.12 del Módulo 1-1 de engorde 2 como se muestra en la figura 4.27.











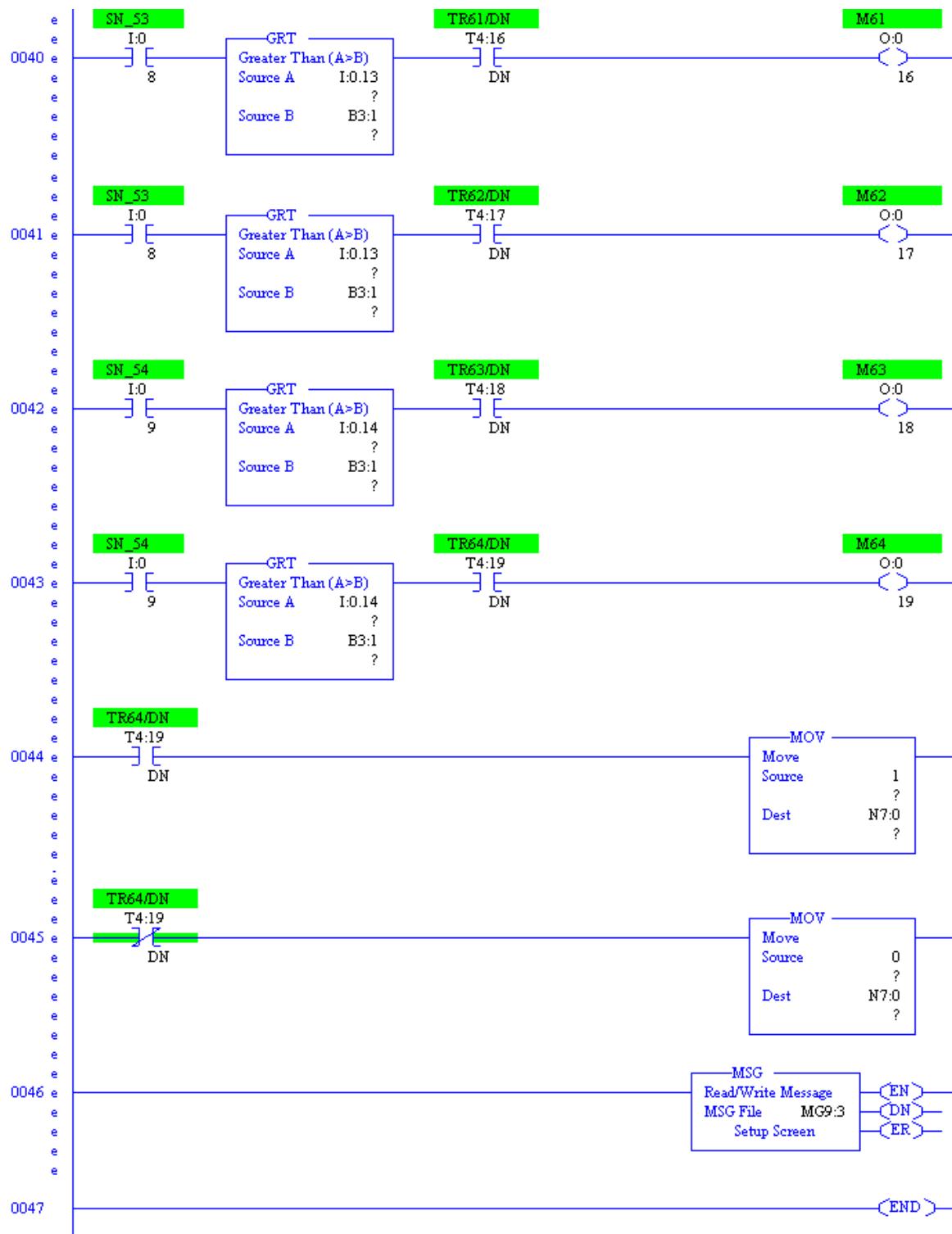
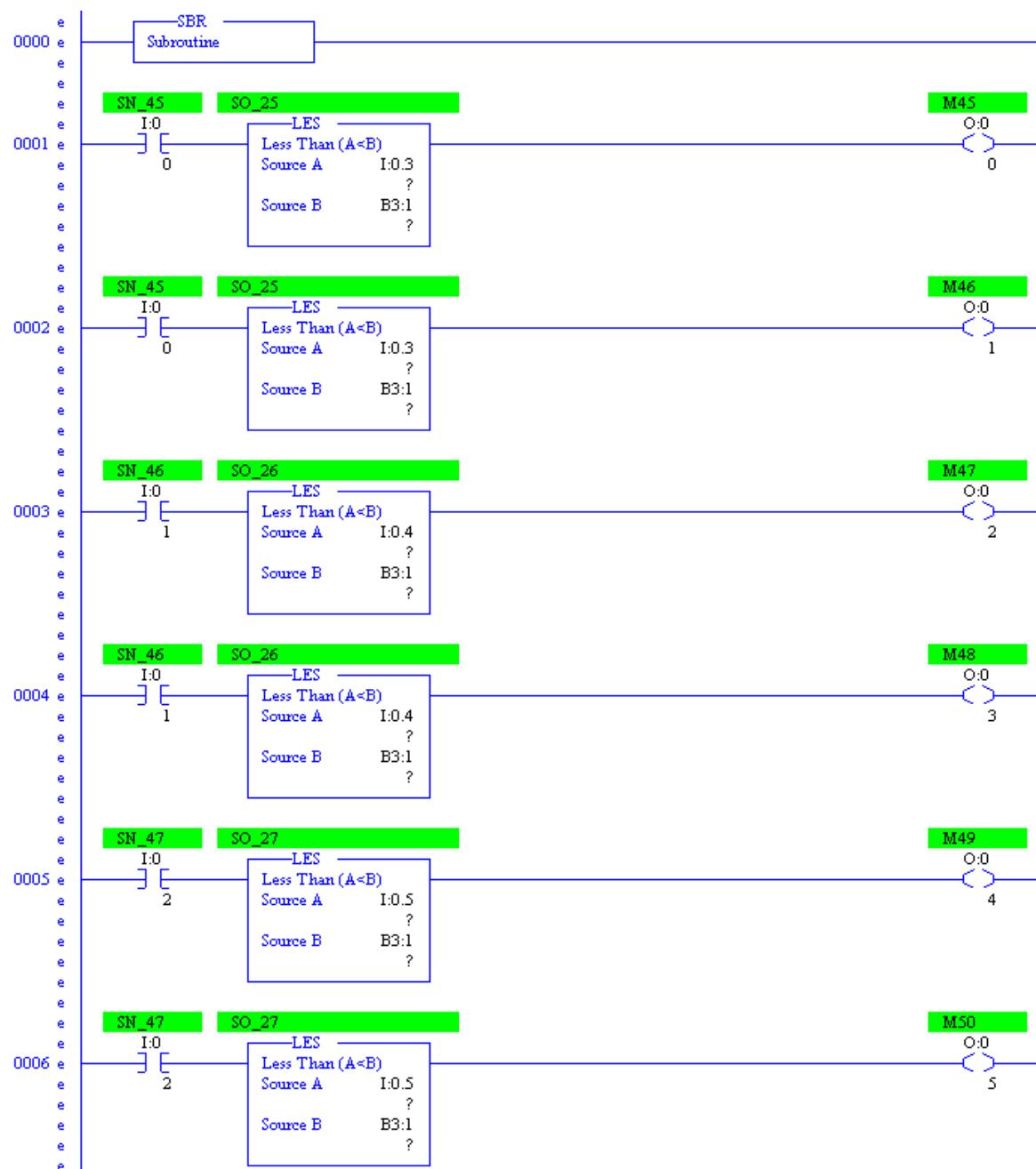
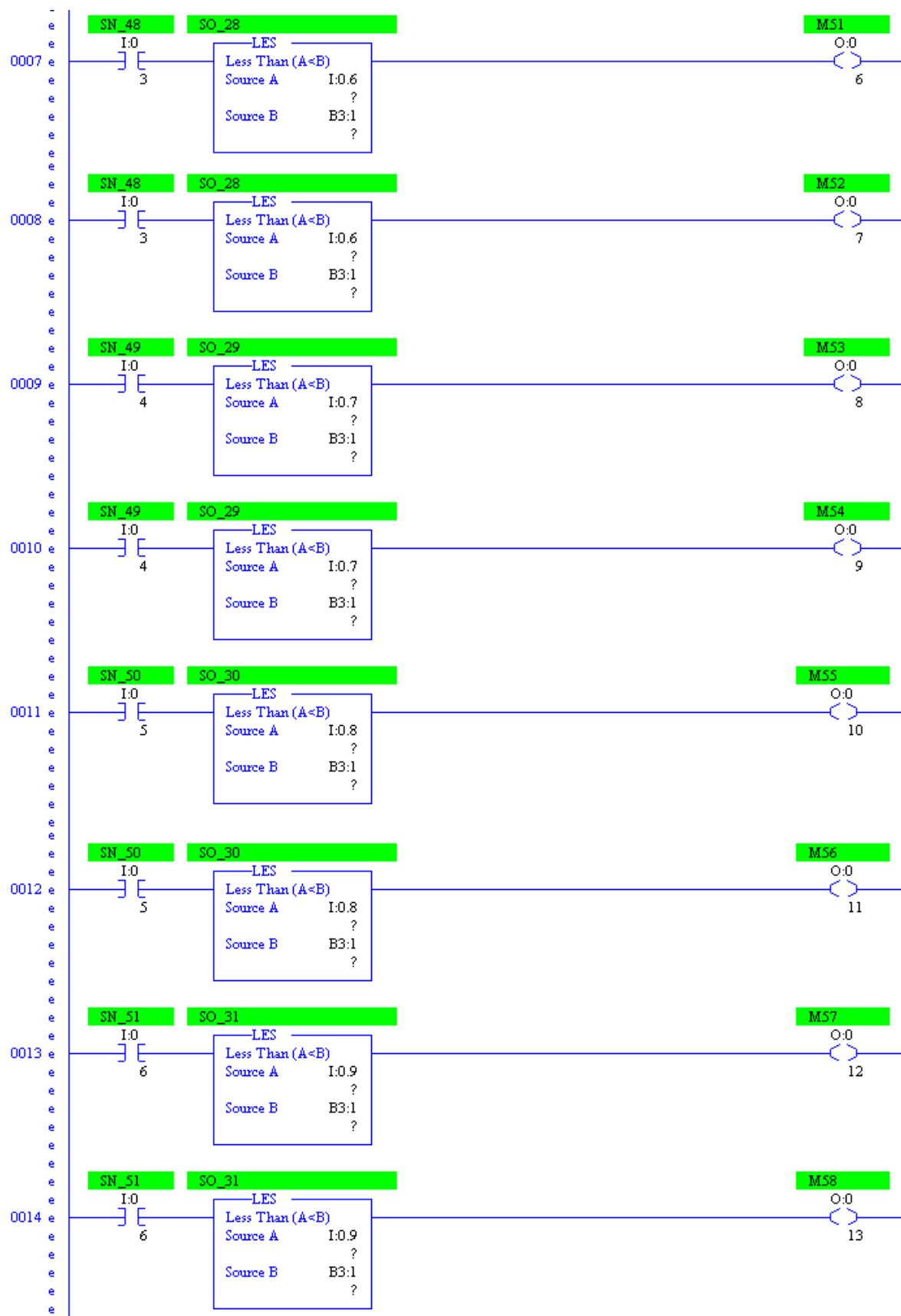


fig. 4.27 Diagrama secuencial PLC Módulo 1-1 Engorde II

Al termino del arranque secuencial en su totalidad y los estanques de pecaria tengan el oxígeno disuelto adecuado se selecciona el arranque automático, se activa a través del botón selector de 3 posiciones usando uno de sus contactos BS A 4 (I:0/21) la cual activa la instrucción salto de subrutina (JSR U:4) la cual te manda a la subrutina automática (SBR) como se aprecia en la figura 4.26.

Al seleccionar el modo automático los aeradores se activaran solamente cuando el sensor del de oxígeno disuelto (SO "X") no esté en sus parámetros establecidos y nivel del agua en el estanque es el apropiado indicados por sensor de nivel (SN "X") mostrado en la figura 4.28





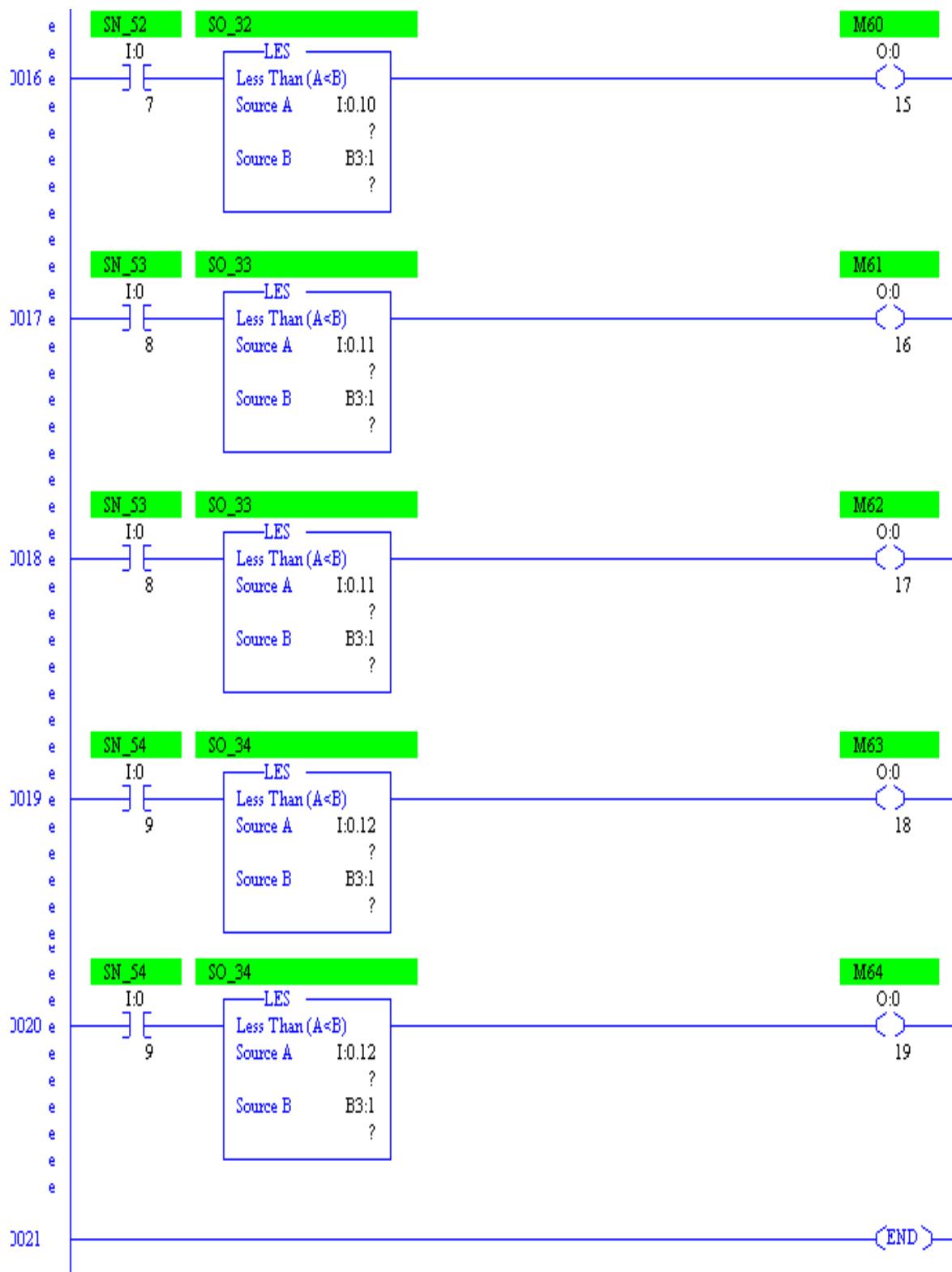


Fig. 4.28. Diagrama PLC de arranque automático Módulo 1-1 de Engorde II

4.8.2. Programación de módulo 1-2 de Engorde 2

La secuencia de arranque manual funciona de la siguiente manera:

Para selección de arranque manual se activa a través del botón selector de 3 posiciones usando uno de sus contactos BS M 5 (I:0/20) la cual activa la instrucción salto de subrutina (JSR U:3) la cual te manda a la subrutina manual (SBR) como se aprecia en la figura 4.29

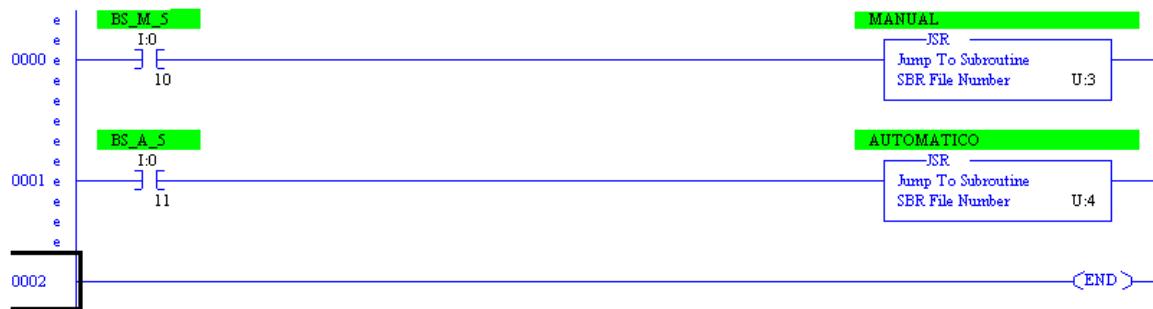
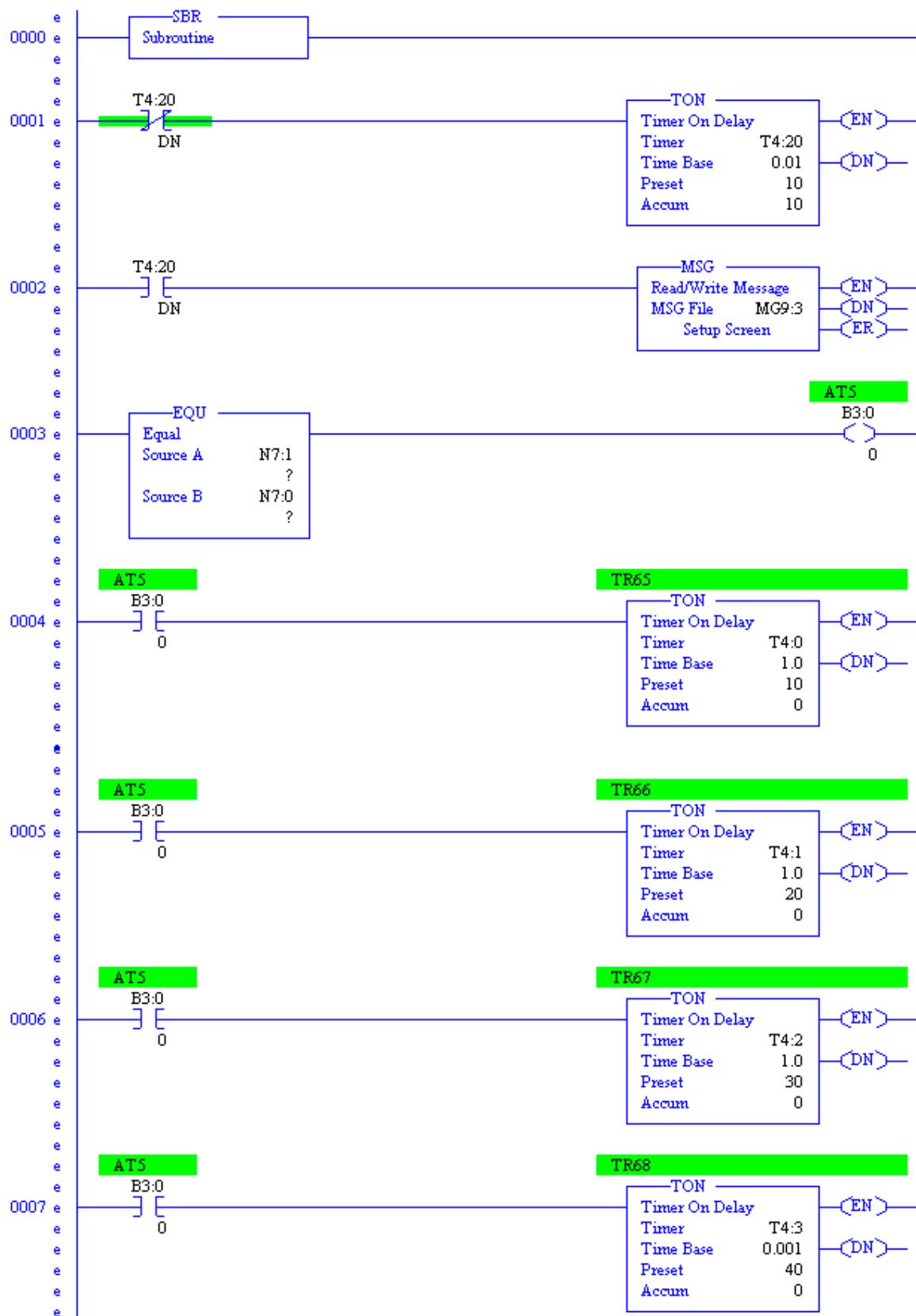
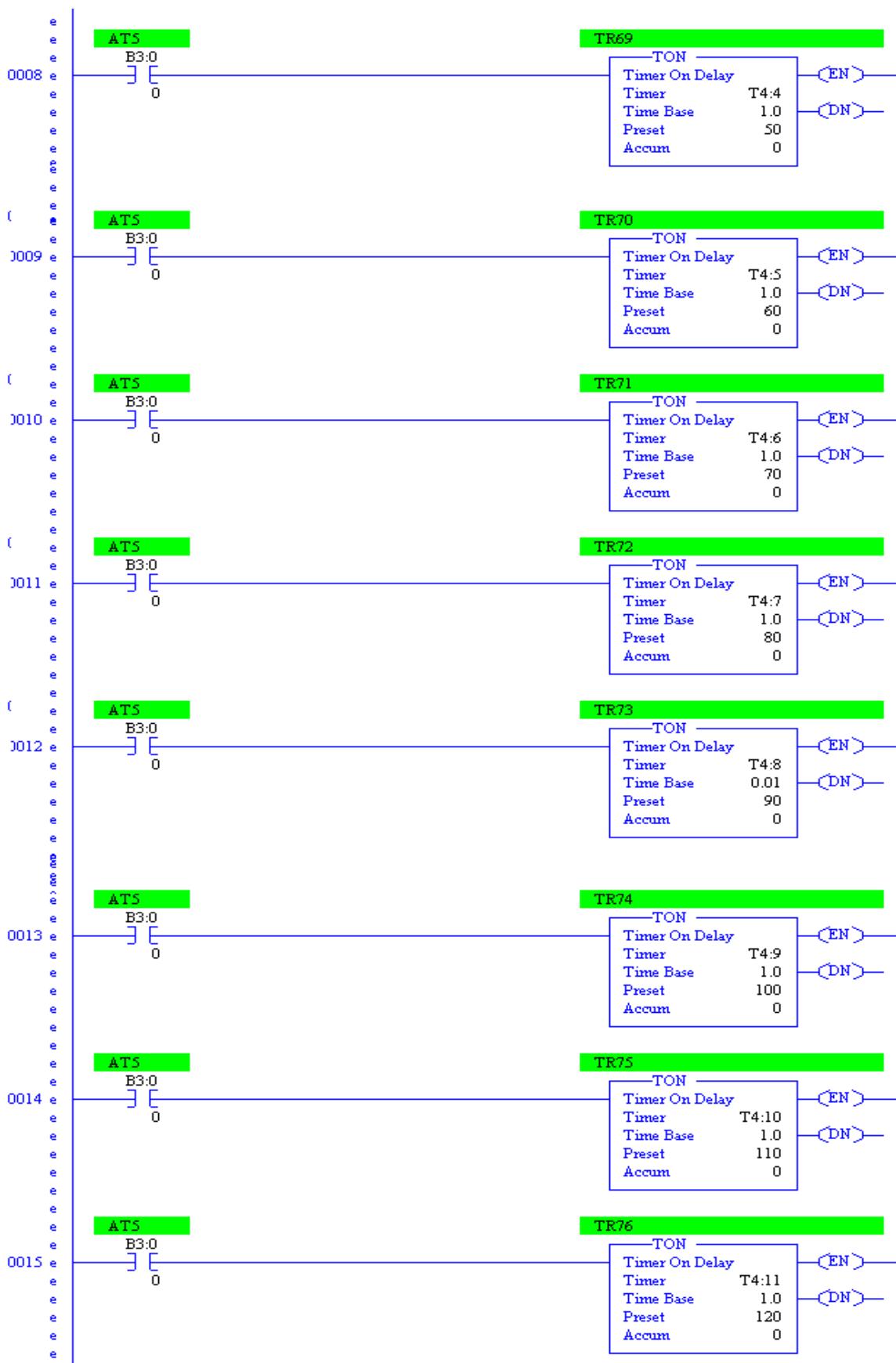
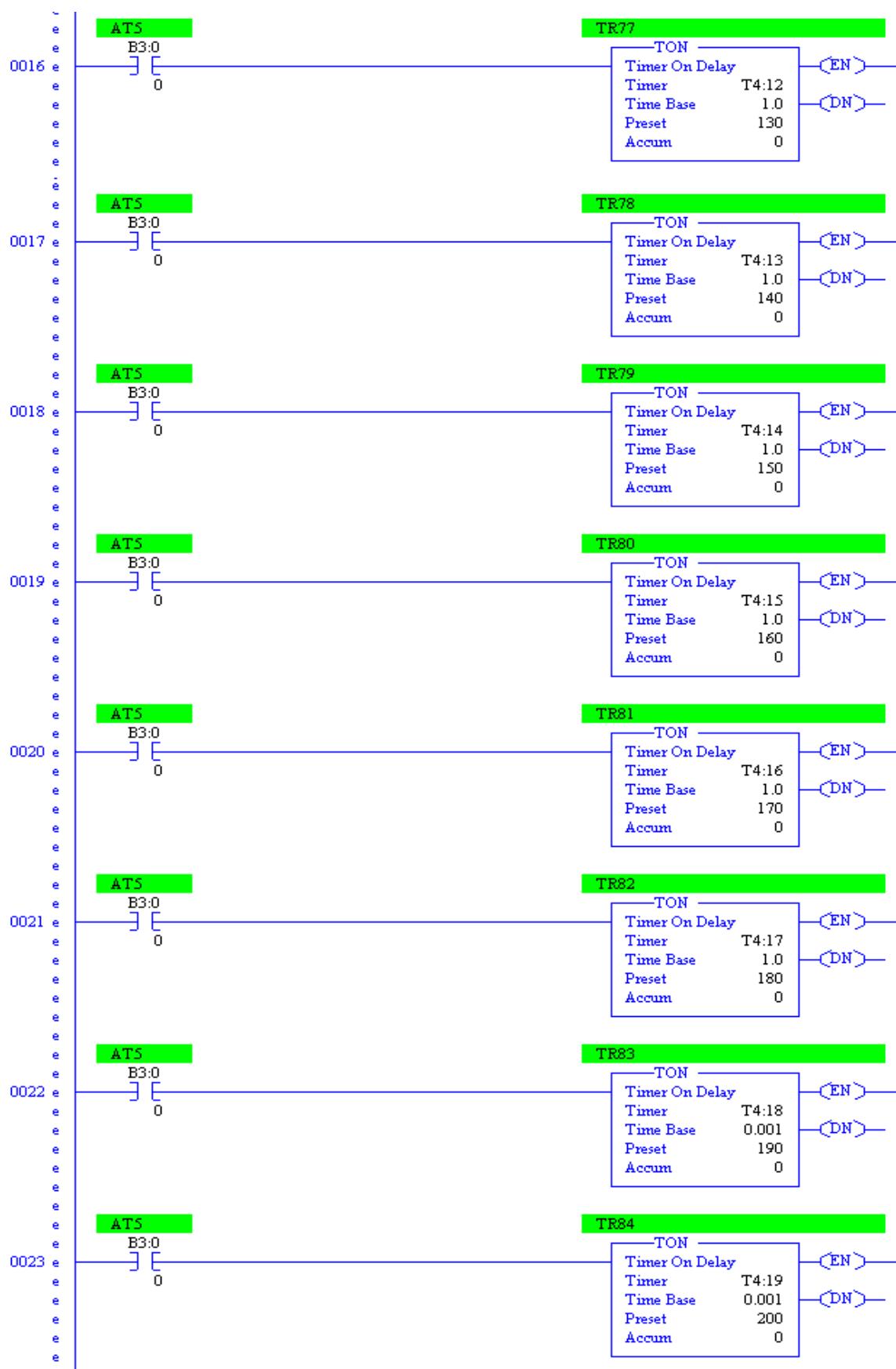


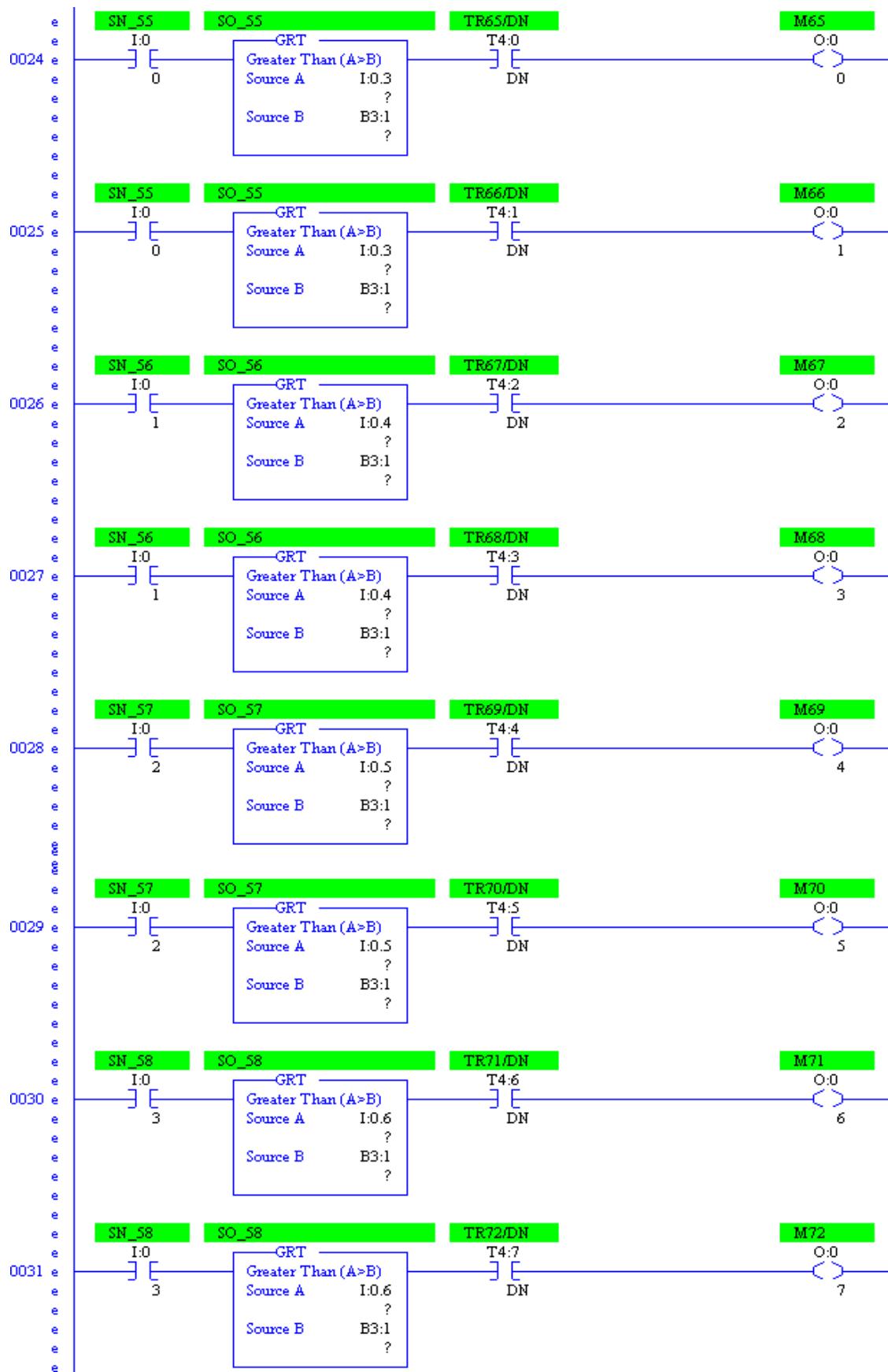
Figura 4.29 Selección de modo de arranque manual área Engorde 2 módulo 1-2

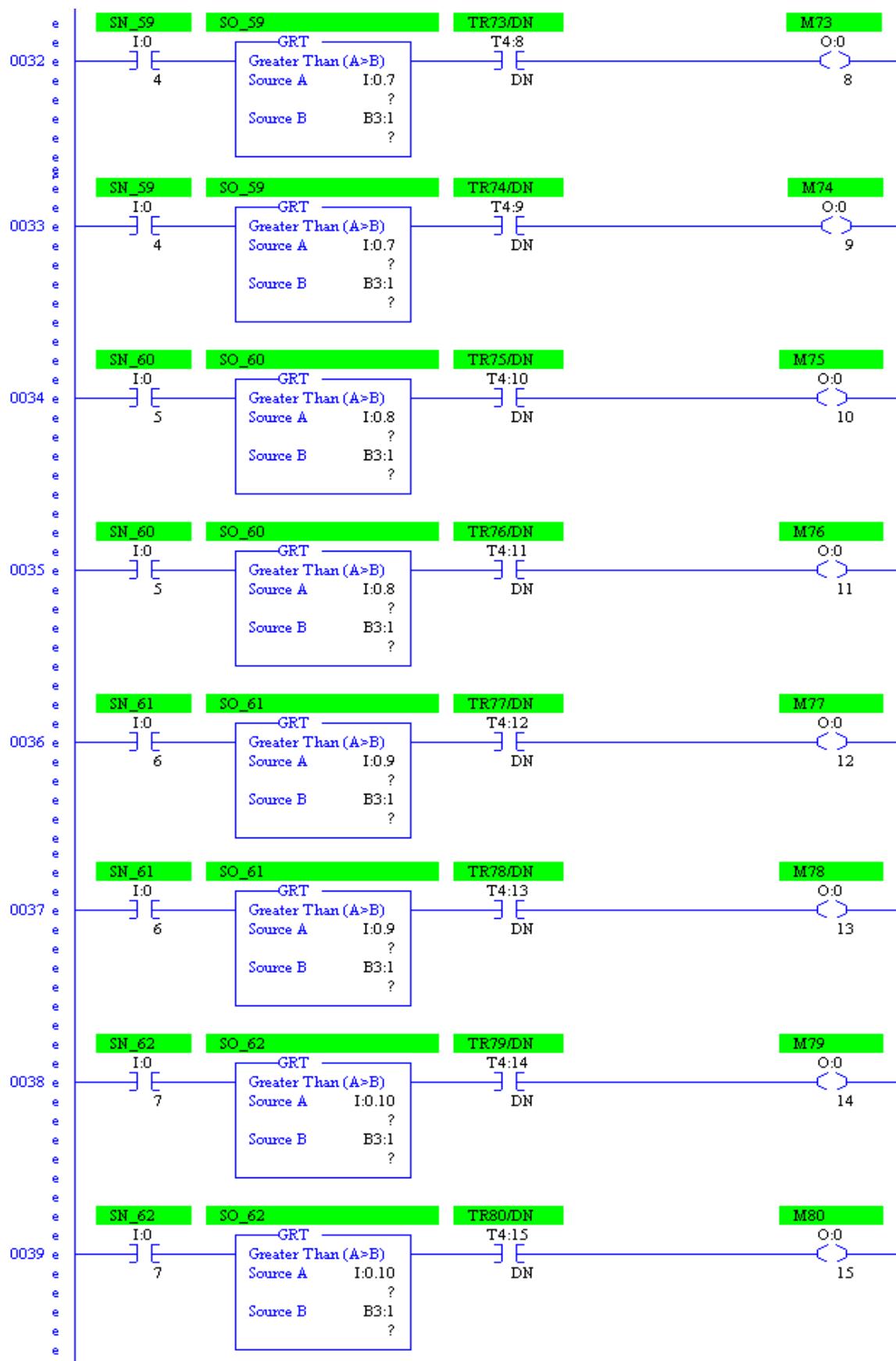
Al recibir la instrucción MSG (MG9:3) del PLC con la IP 192.168.1.11 del Módulo 1 de Engorde 1 para ser leída en la instrucción de MSG (MG9:1) del PLC con la IP 192.168.1.12 del Módulo 1 de engorde 1 manda a comprobar con la instrucción EQU a N7:1 y N7:0 si son iguales activan AT2 (B3:0/0), la cual activa a los temporizadores para seguir la secuencia de accionamiento de los aeradores, el ultimo aireador manda activar la instrucción Mov, para que la palabra que se asigne en la instrucción MSG(MG9:4) del PLC con la IP 192.168.1.12 del Módulo 1 de engorde 1 pueda ser leída en la instrucción de MSG (MG9:4) del PLC con la IP 192.168.1.13 del Módulo 1-1 de engorde 2 como se muestra en la figura 4.30.











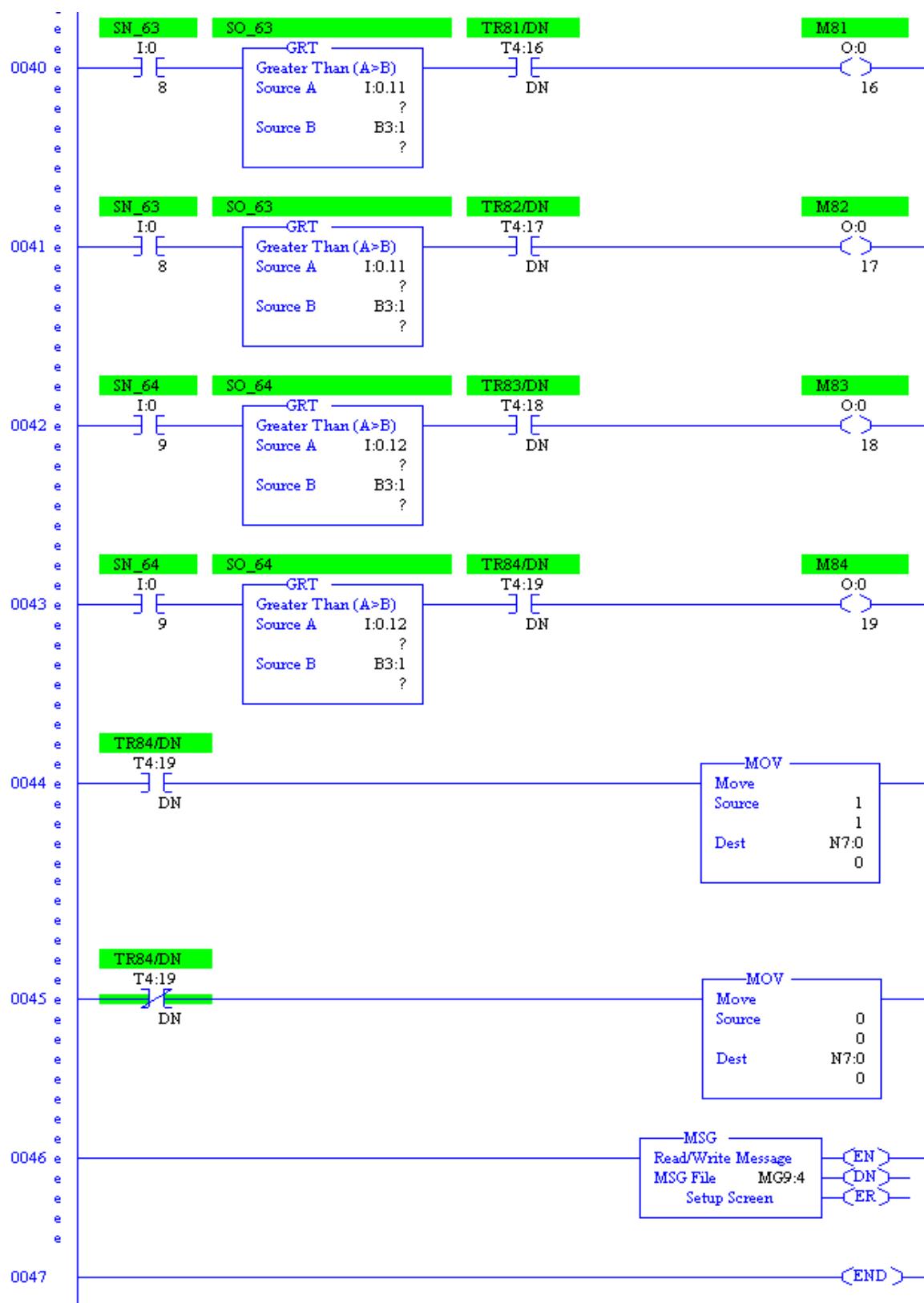
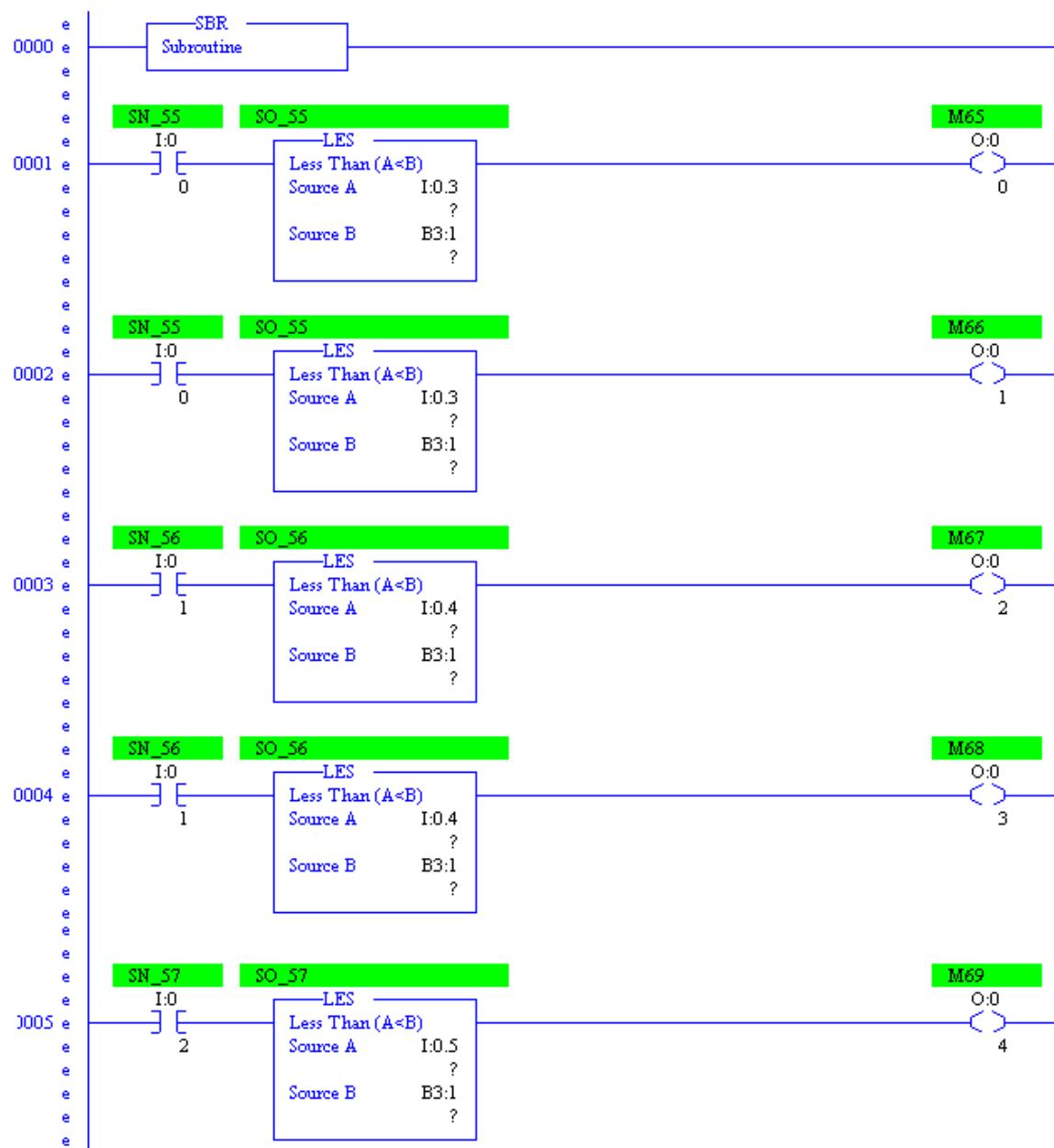
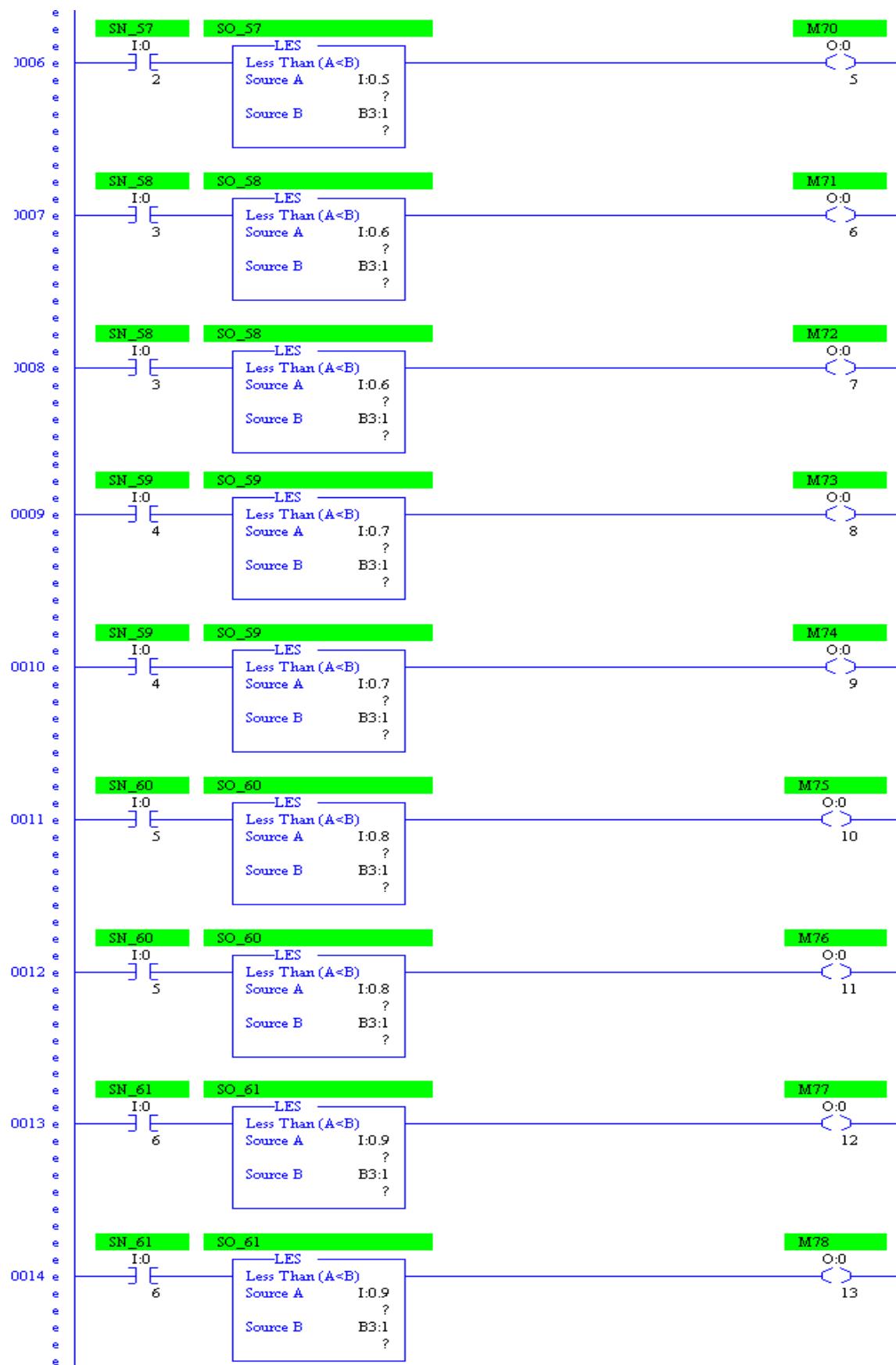


fig. 4.30 Diagrama secuencial PLC Módulo 1-2 Engorde II

Al termino del arranque secuencial en su totalidad y los estanques de precria tengan el oxígeno disuelto adecuado se selecciona el arranque automático, se activa a través del botón selector de 3 posiciones usando uno de sus contactos BS A 5 (I:0/21) la cual activa la instrucción salto de subrutina (JSR U:4) la cual te manda a la subrutina automático (SBR) como se aprecia en la figura 4.29.

Al seleccionar el modo automático los aeradores se activaran solamente cuando el sensor del de oxígeno disuelto (SO "X") no esté en sus parámetros establecidos y nivel del agua en el estanque es el apropiado indicados por sensor de nivel (SN "X") mostrado en la figura 4.31.





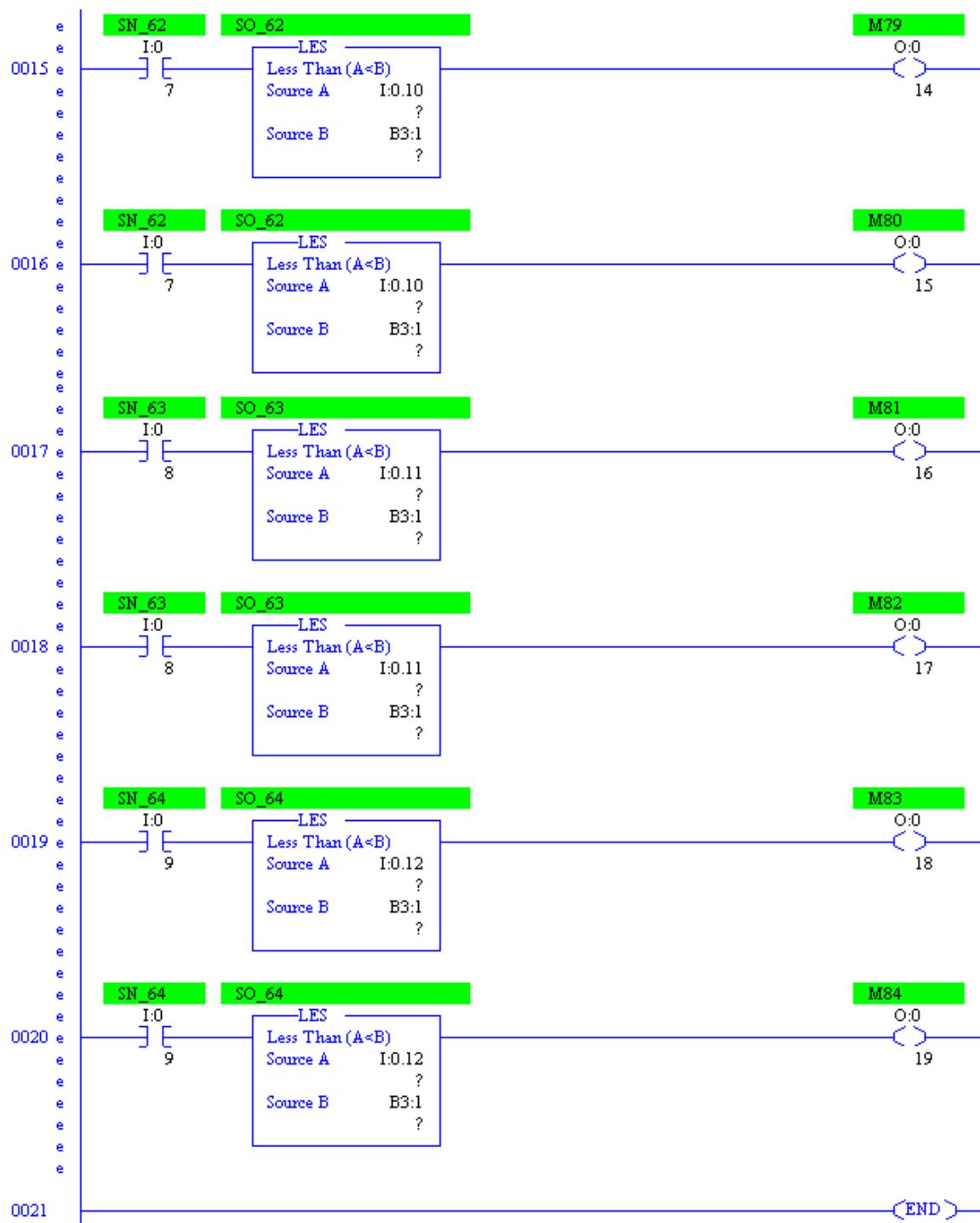


Fig. 4.31 Diagrama PLC de arranque automático Módulo 1-2 de Engorde 2

4.8.3. Programación de módulo 2-1 de Engorde 2

La secuencia de arranque manual funciona de la siguiente manera:

Para selección de arranque manual se activa a través del botón selector de 3 posiciones usando uno de sus contactos BS M 6(I:0/10) la cual activa la instrucción salto de subrutina (JSR U:3) la cual te manda a la subrutina manual (SBR) como se aprecia en la figura 4.32

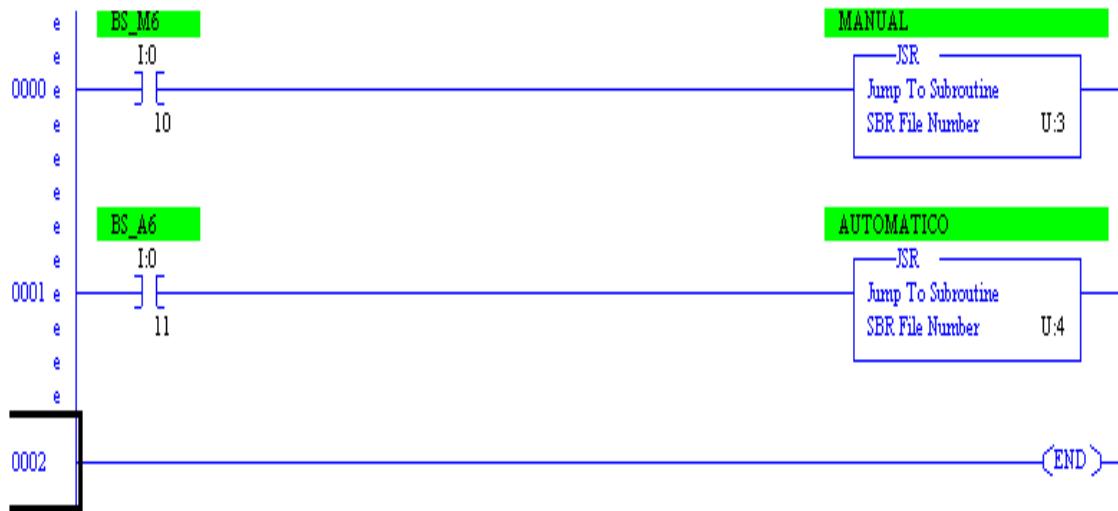
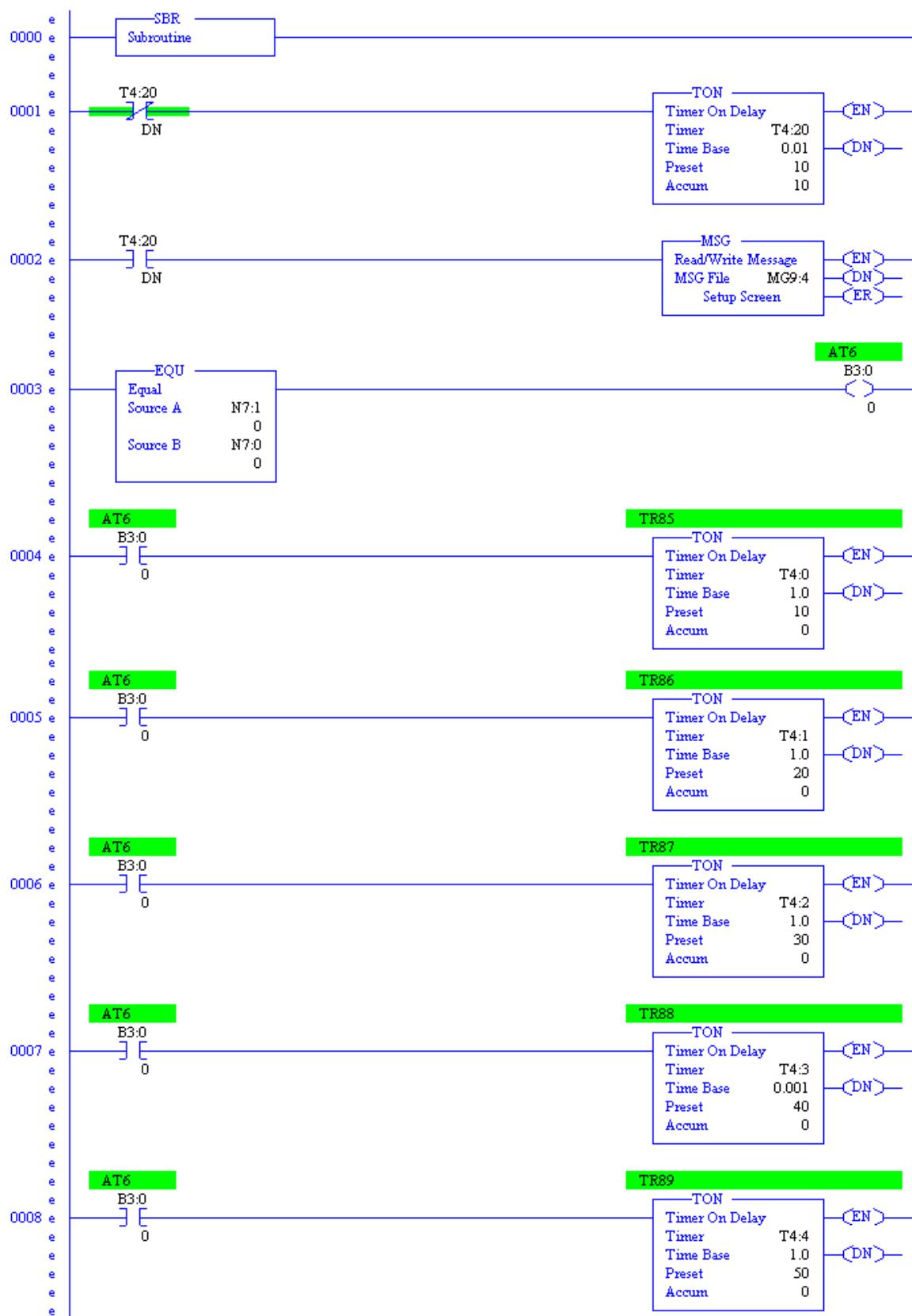
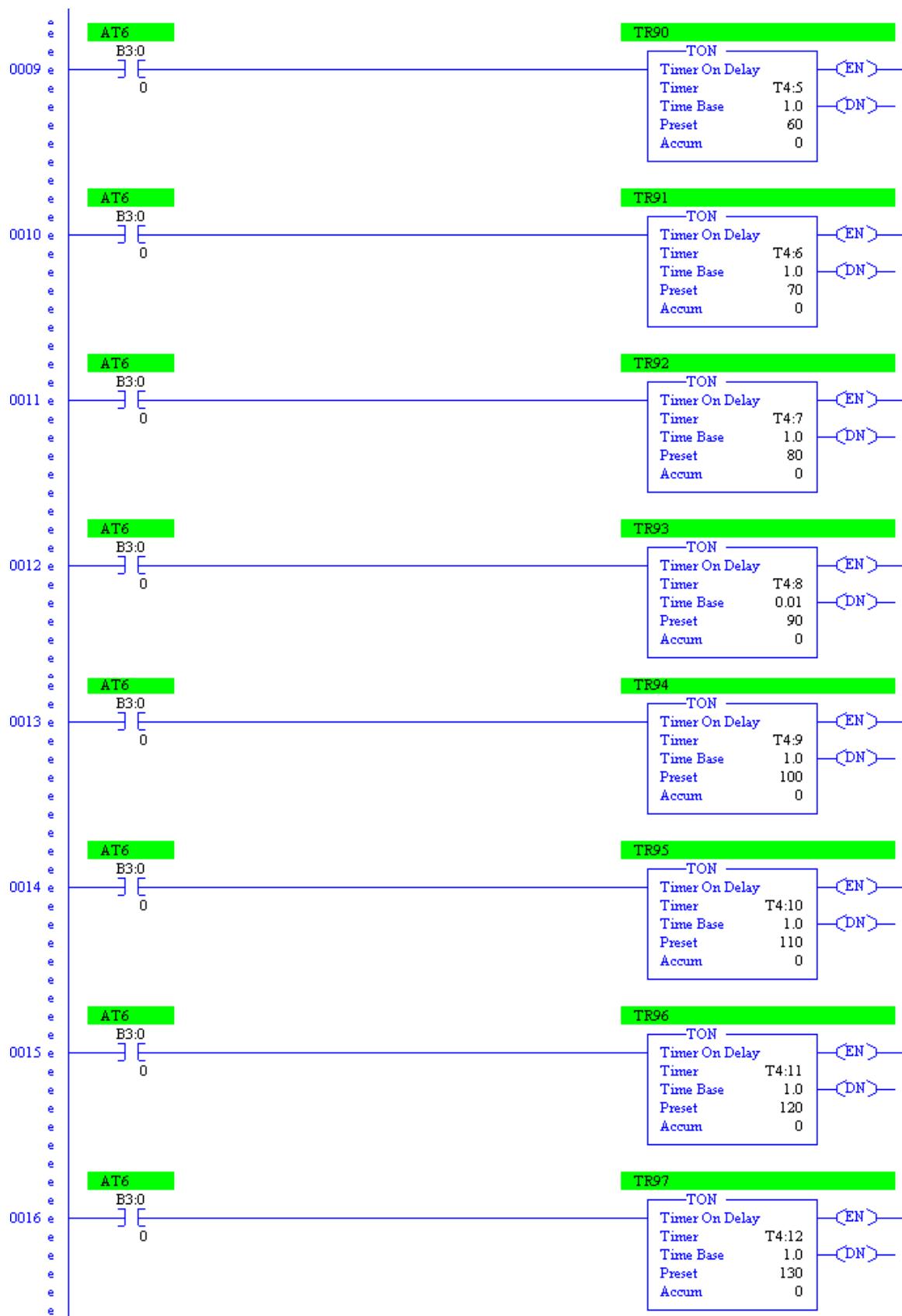
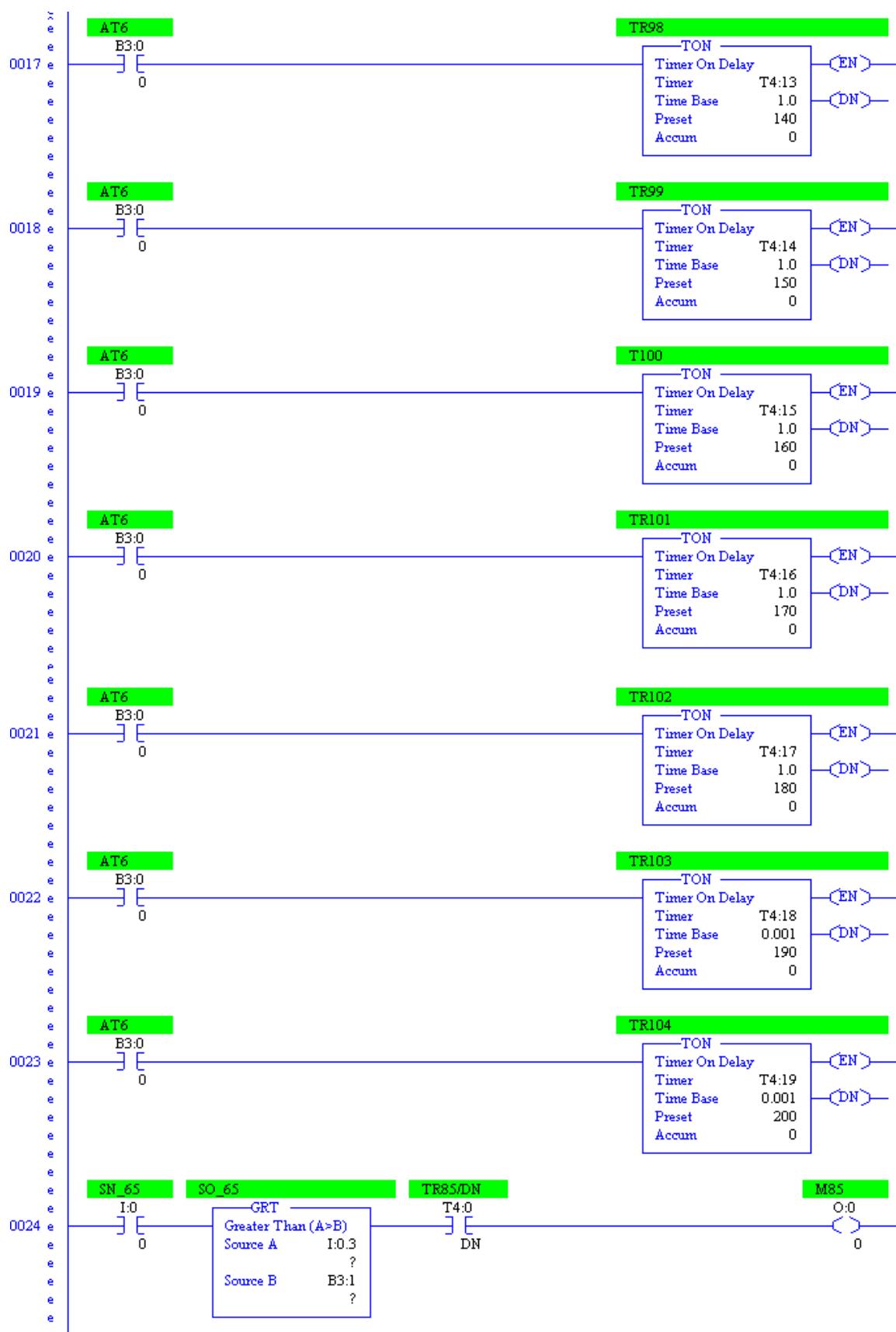


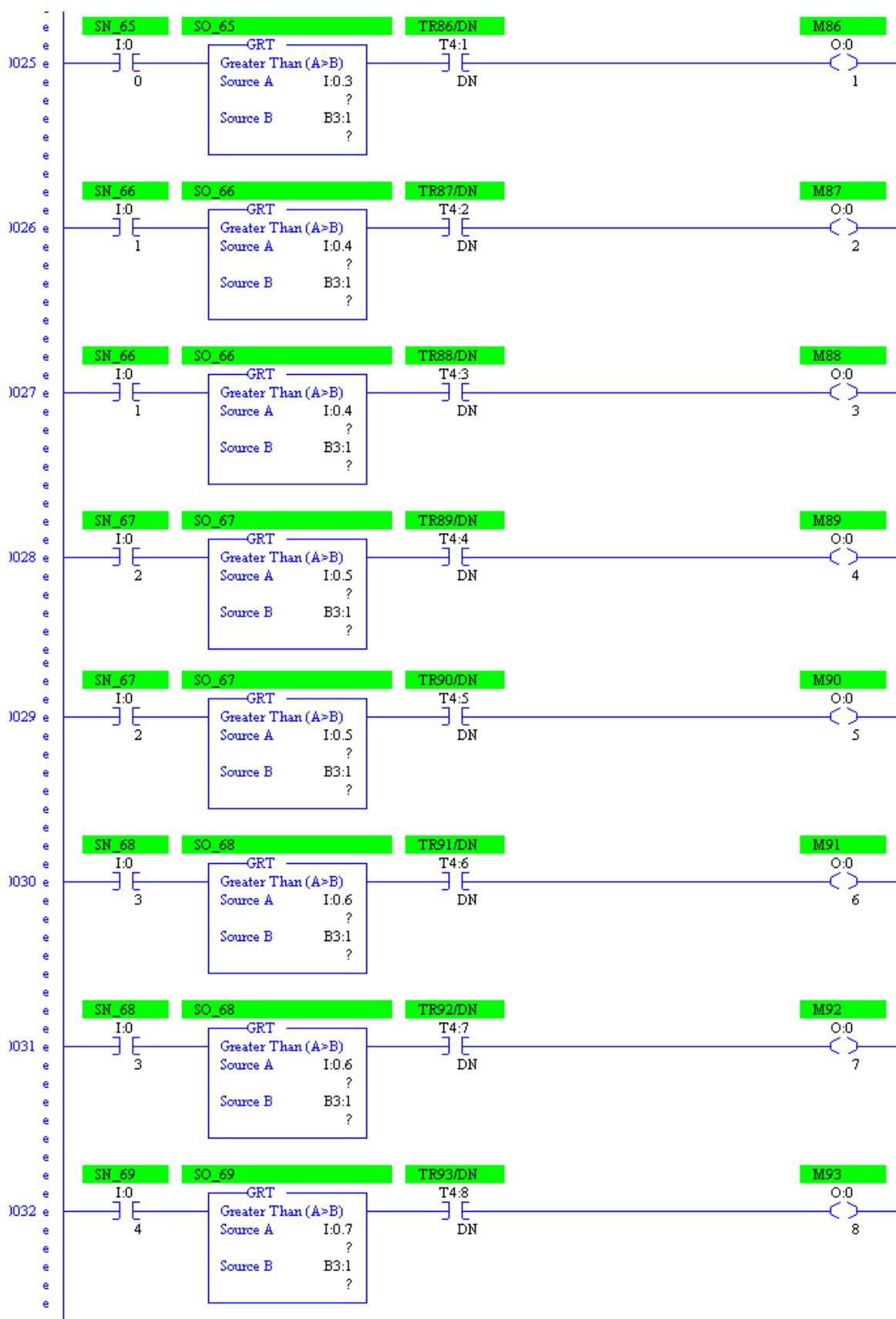
Fig. 4.32 Selección de modo de arranque manual área Engorde 2 módulo 2-1

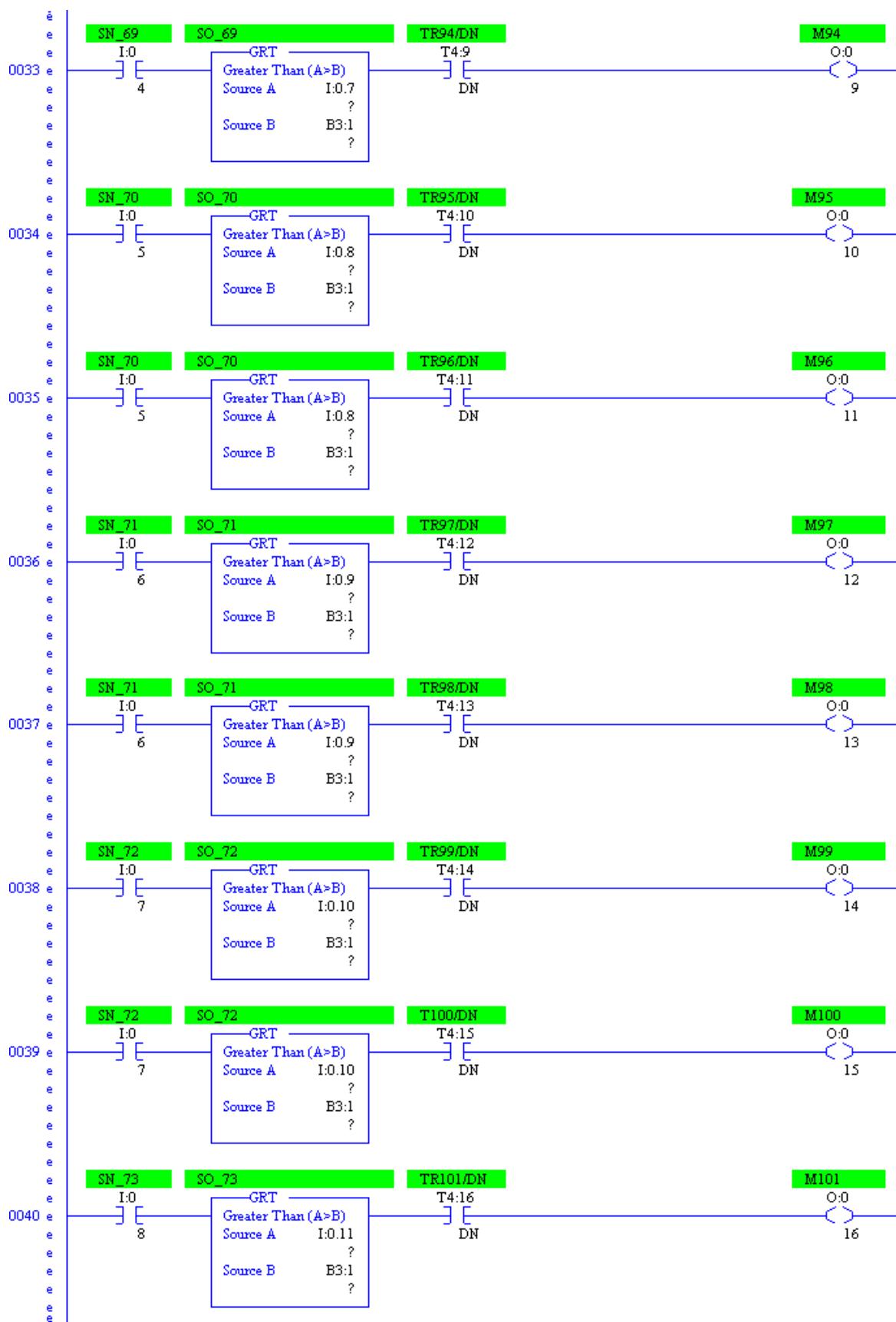
Al recibir la instrucción MSG (MG9:4) del PLC con la IP 192.168.1.11 del Módulo 1 de Engorde 1 para ser leída en la instrucción de MSG (MG9:4) del PLC con la IP 192.168.1.12 del Módulo 1 de engorde 1 manda a comprobar con la instrucción EQU a N7:1 y N7:0 si son iguales activan AT2 (B3:0/0), la cual activa a los temporizadores para seguir la secuencia de accionamiento de los aeradores, el ultimo aireador manda activar la instrucción Mov, para que la palabra que se asigne en la instrucción MSG(MG9:5) del PLC con la IP 192.168.1.13 del Módulo 1 de engorde 1 pueda ser leída en la instrucción de MSG (MG9:5) del PLC con la IP 192.168.1.14 del Módulo 1-1 de engorde 2 como se muestra en la figura 4.30.











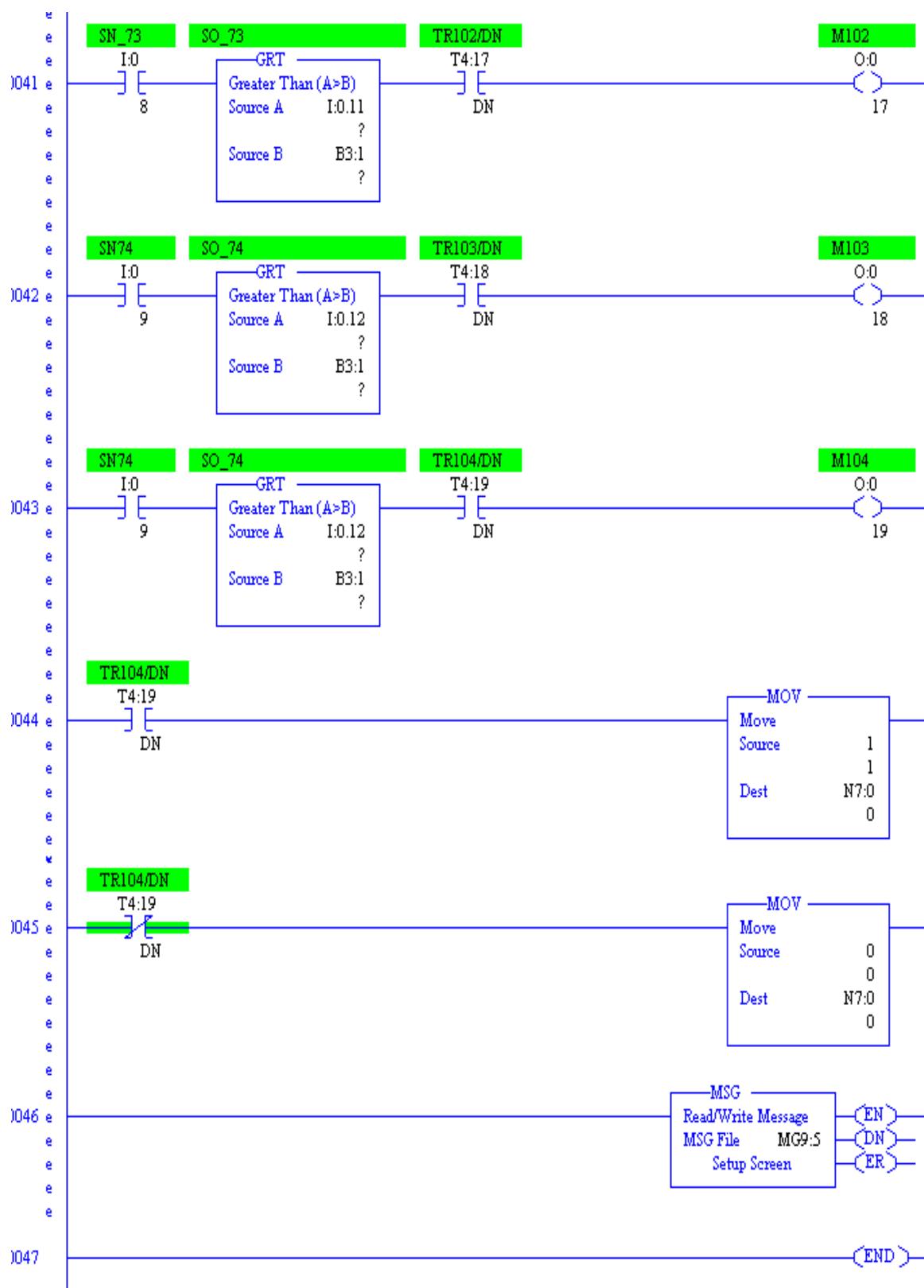
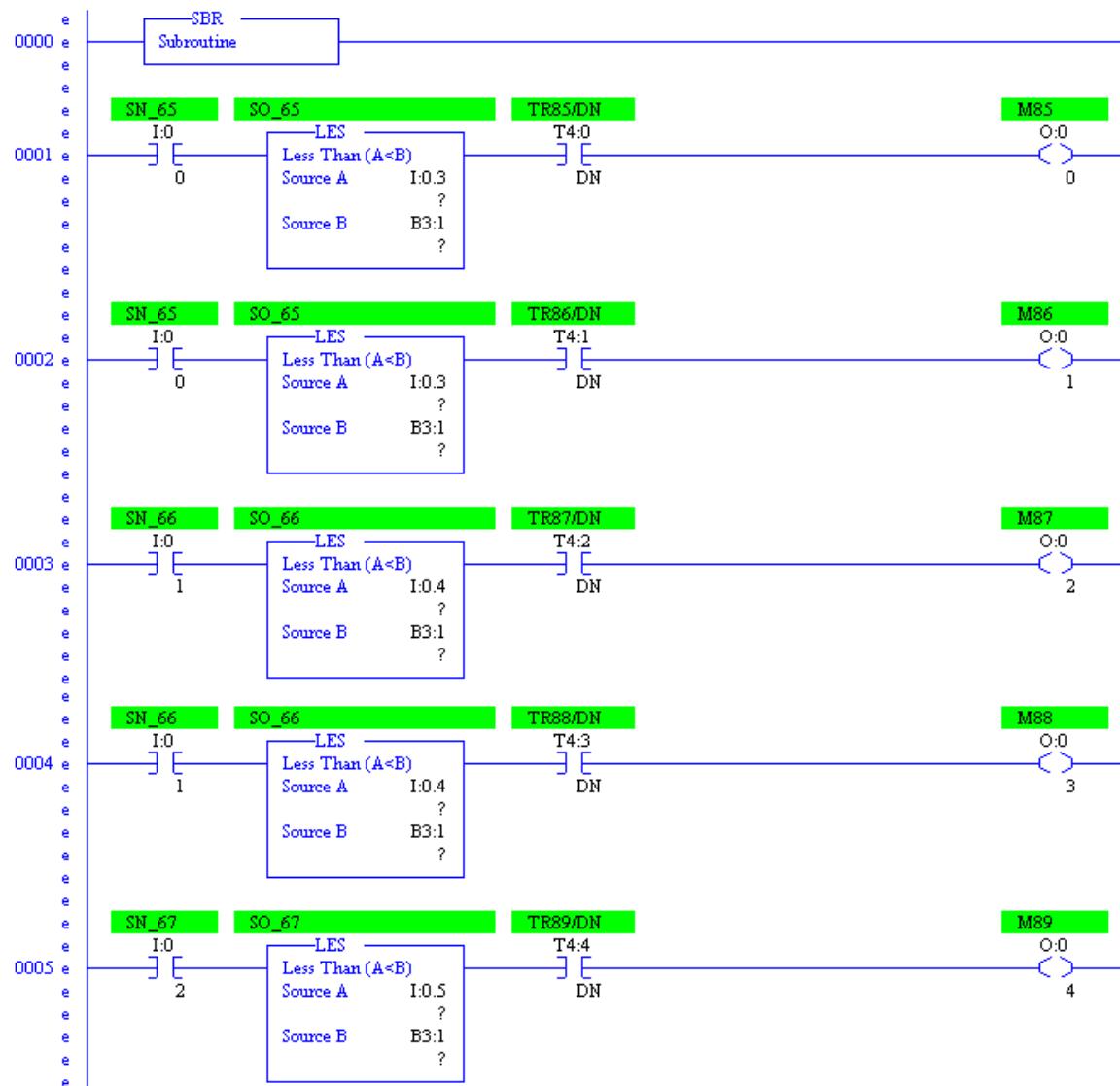
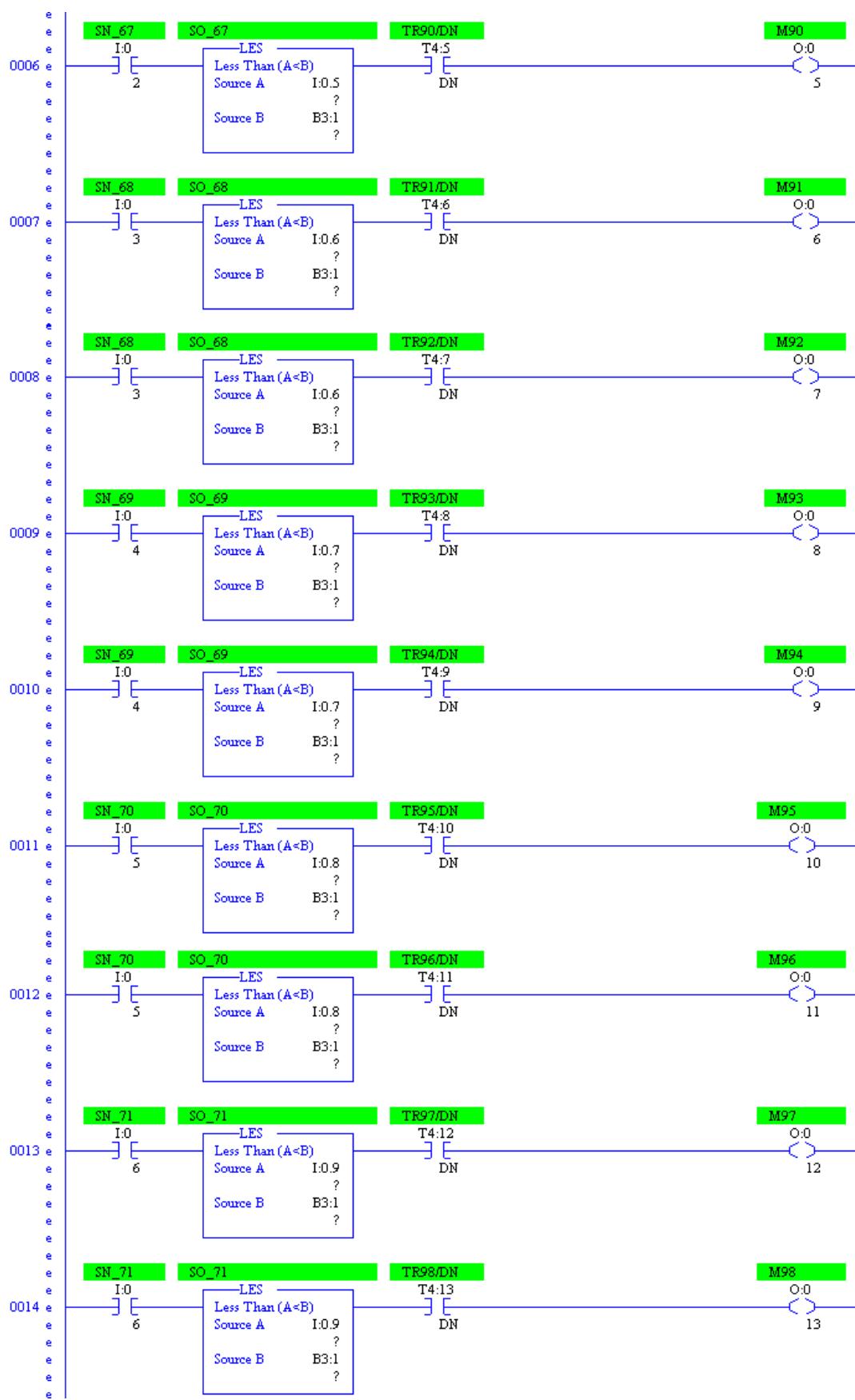


fig. 4.33 Diagrama secuencial PLC Módulo 2-1 Engorde II

Al termino del arranque secuencial en su totalidad y los estanques de precria tengan el oxigeno disuelto adecuado se selecciona el arranque automático, se activa a través del botón selector de 3 posiciones usando uno de sus contactos BS A 6 (I:0/21) la cual activa la instrucción salto de subrutina (JSR U:4) la cual te manda a la subrutina automático (SBR) como se aprecia en la figura 4.31.

Al seleccionar el modo automático los aeradores se activaran solamente cuando el sensor del de oxigeno disuelto (SO "X") no esté en sus parámetros establecidos y nivel del agua en el estanque es el apropiado indicados por sensor de nivel (SN "X") mostrado en la figura 4.34.





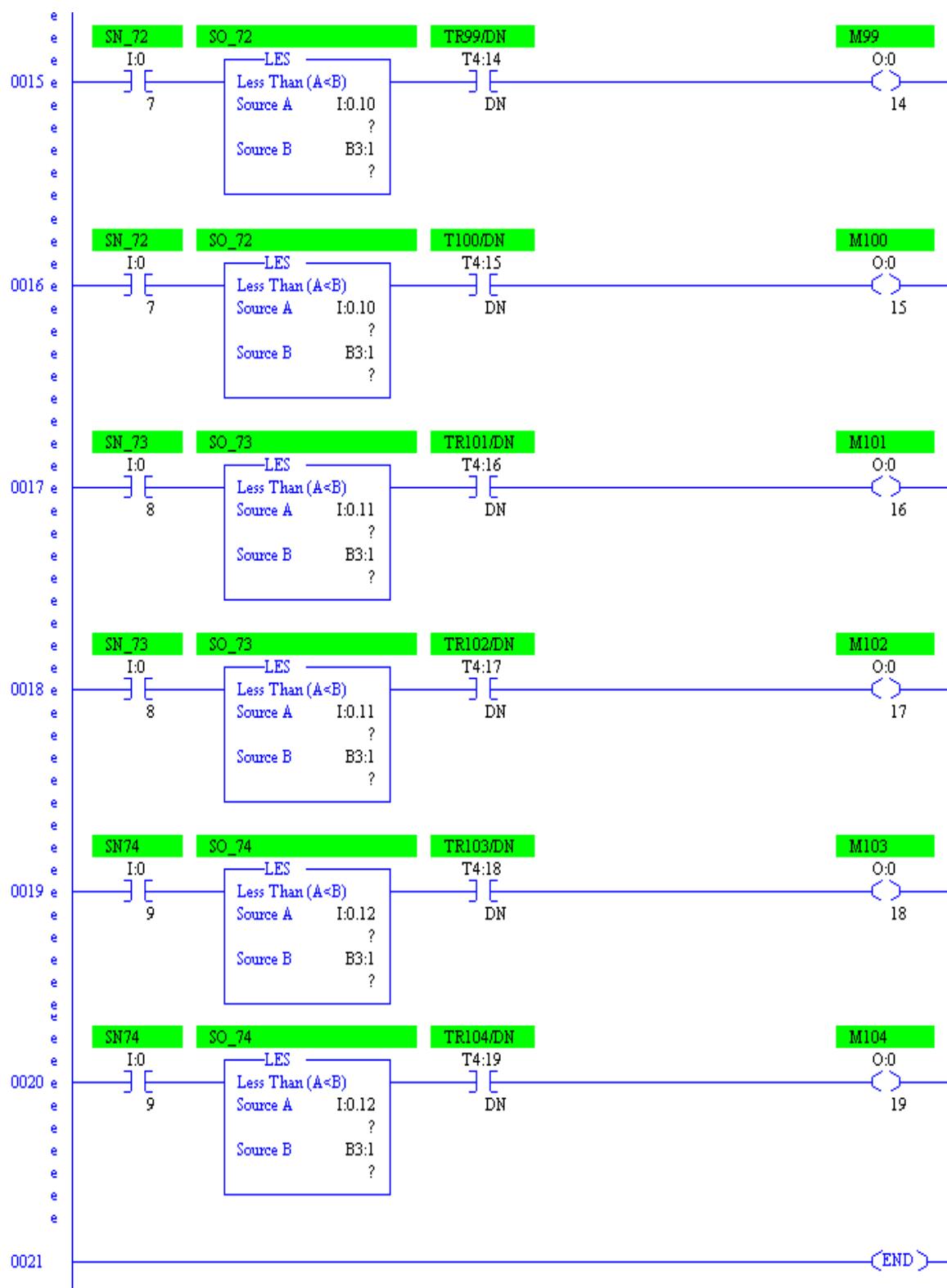


Fig. 4.34 Diagrama PLC de arranque automático Módulo 2-1 de Engorde 2

4.8.4. Programación de módulo 2-2 de Engorde 2

La secuencia de arranque manual funciona de la siguiente manera:

Para selección de arranque manual se activa a través del botón selector de 3 posiciones usando uno de sus contactos BS M 7(I:0/10) la cual activa la instrucción salto de subrutina (JSR U:3) la cual te manda a la subrutina manual (SBR) como se aprecia en la figura 4.35

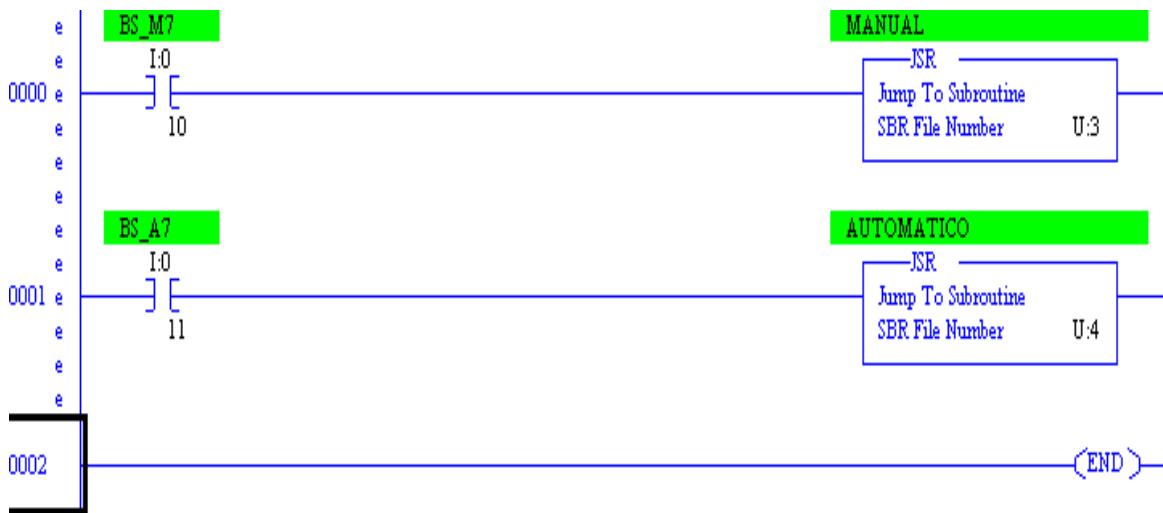
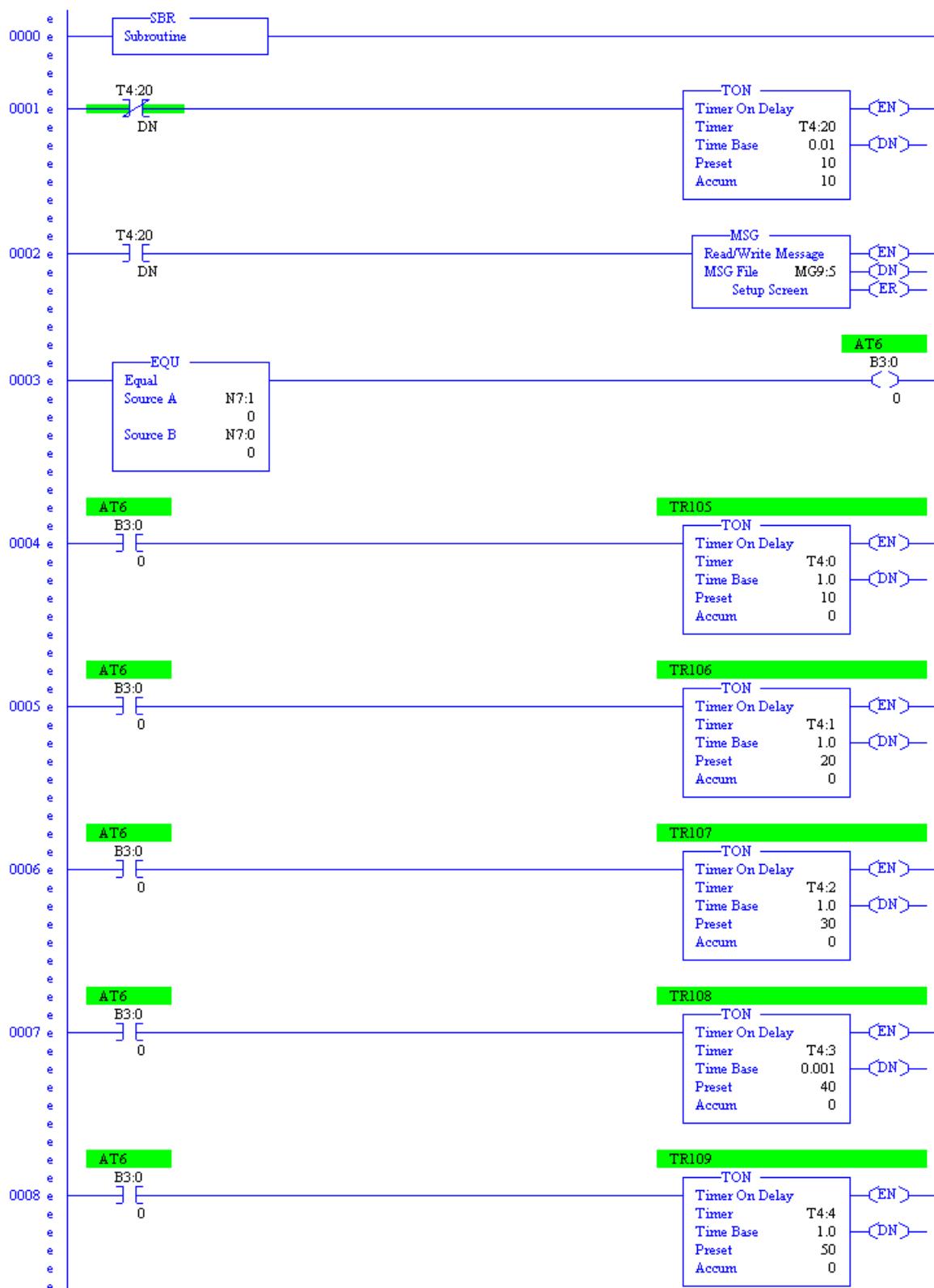
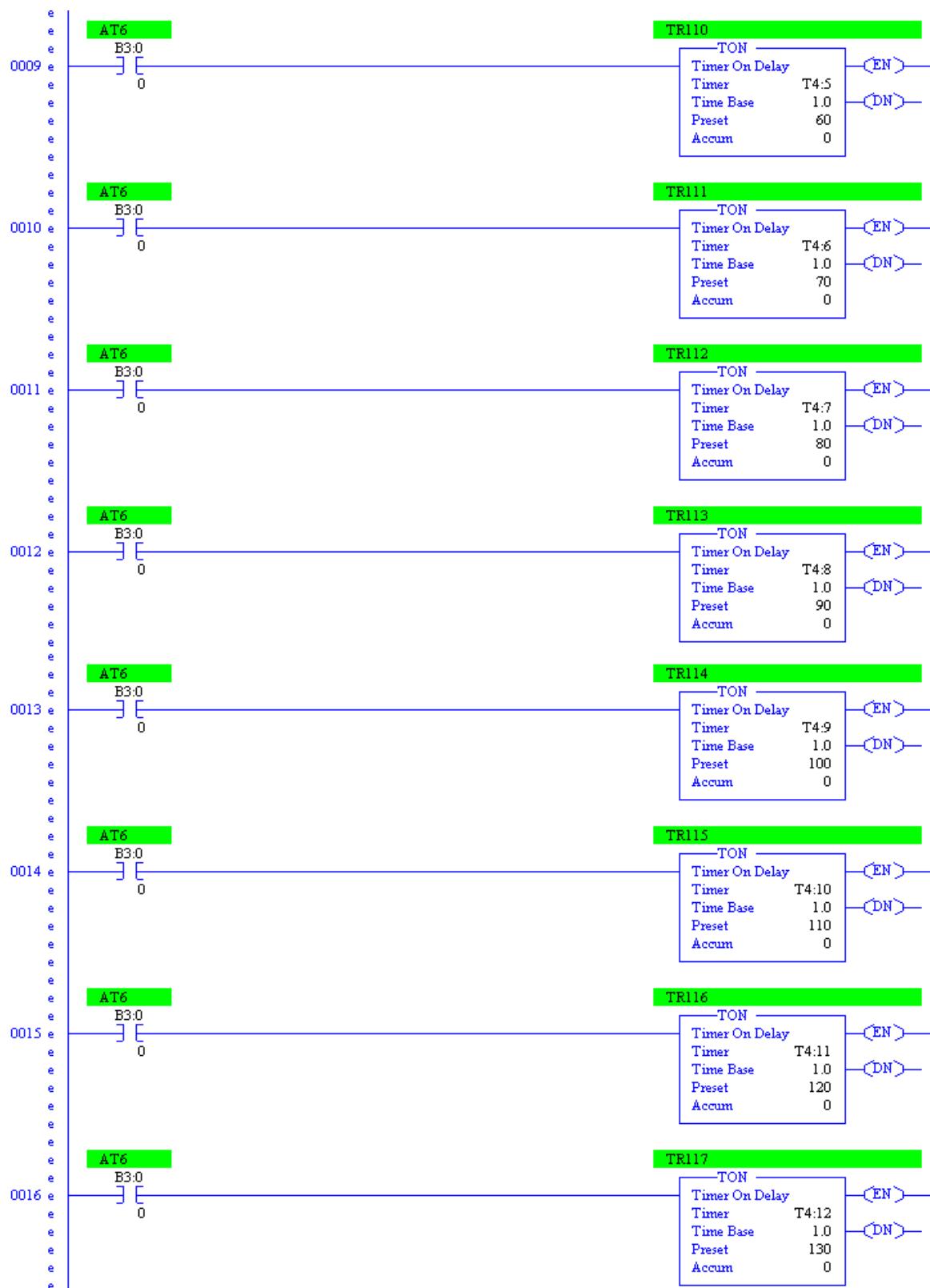
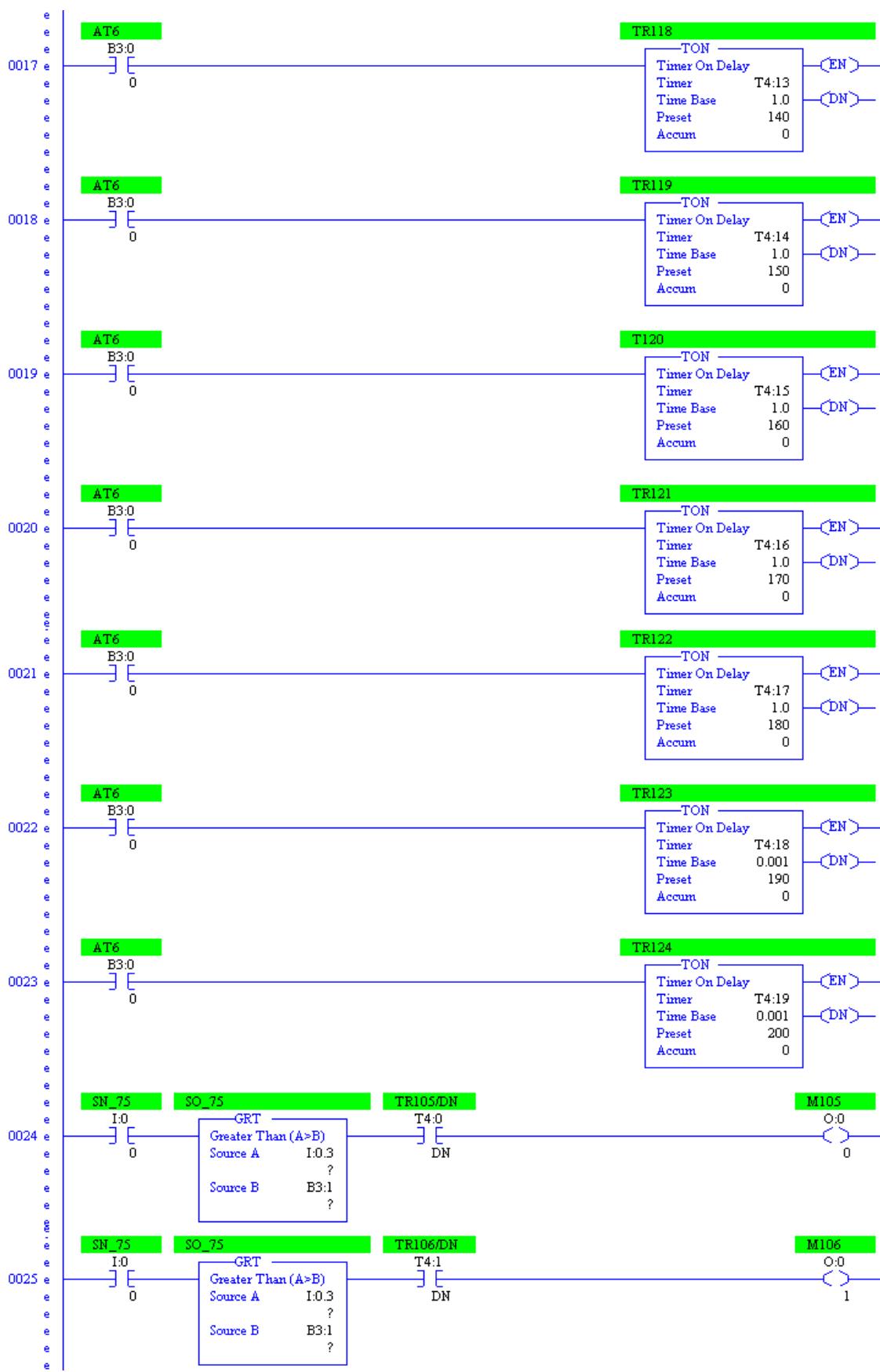


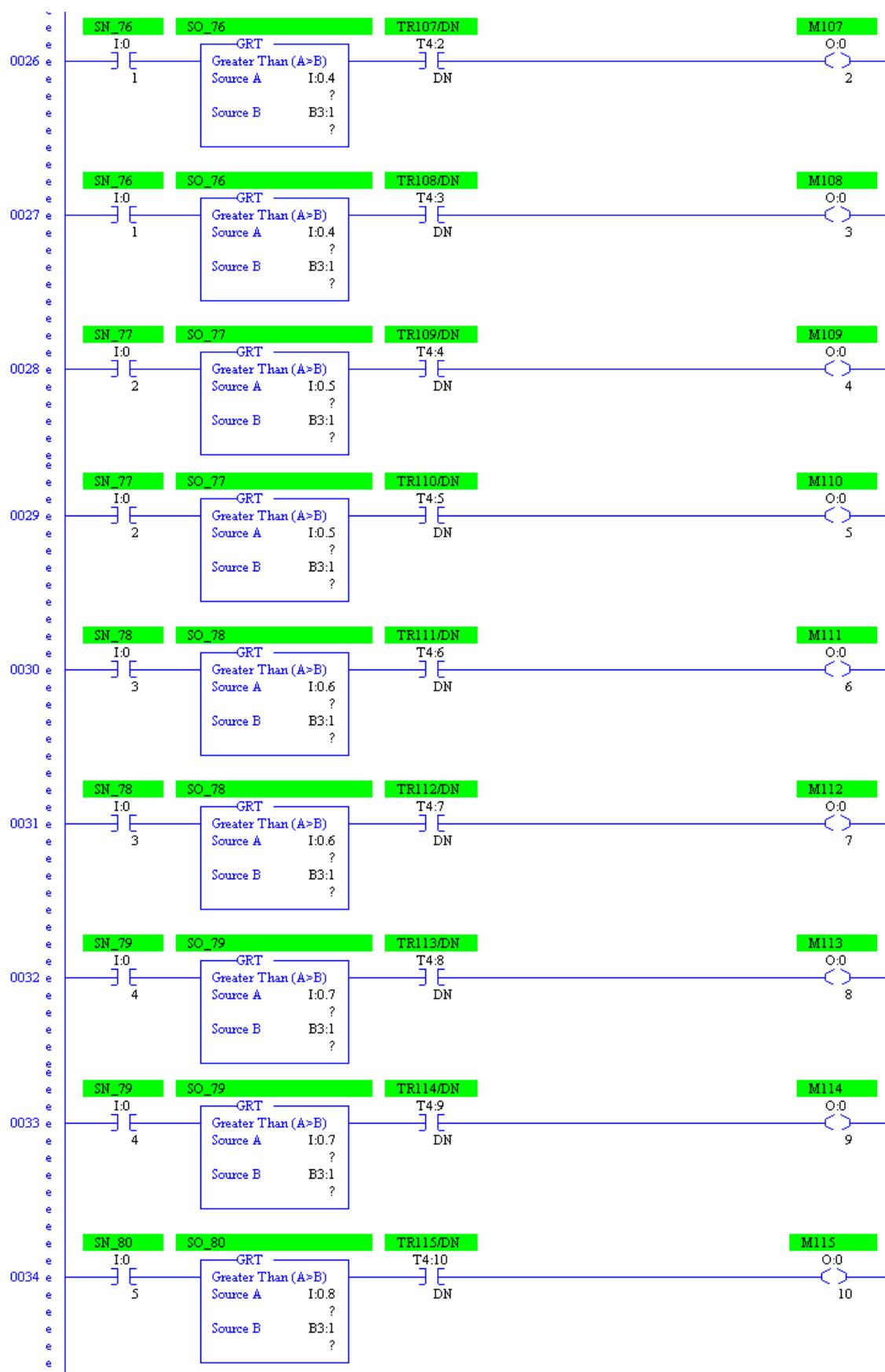
Fig. 4.35 Selección de modo de arranque manual área Engorde 2 módulo 2-2

Al recibir la instrucción MSG (MG9:4) del PLC con la IP 192.168.1.11 del Módulo 1 de Engorde 1 para ser leída en la instrucción de MSG (MG9:4) del PLC con la IP 192.168.1.12 del Módulo 1 de engorde 1 manda a comprobar con la instrucción EQU a N7:1 y N7:0 si son iguales activan AT2 (B3:0/0), la cual activa a los temporizadores para seguir la secuencia de accionamiento de los aeradores, al arrancar el aireador 124 (M124) el arranque secuencial abra concluido como se muestra en la figura 36.









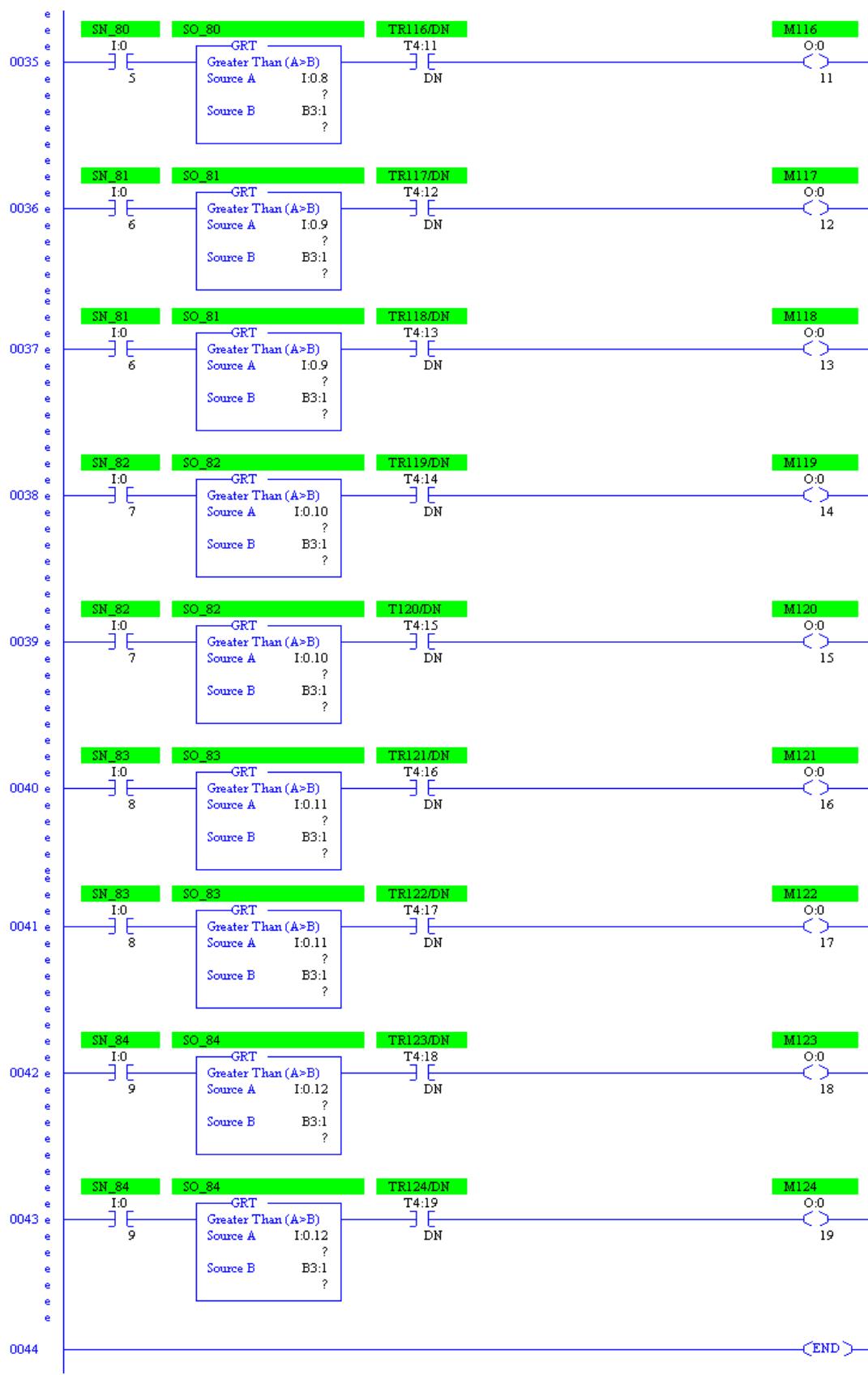
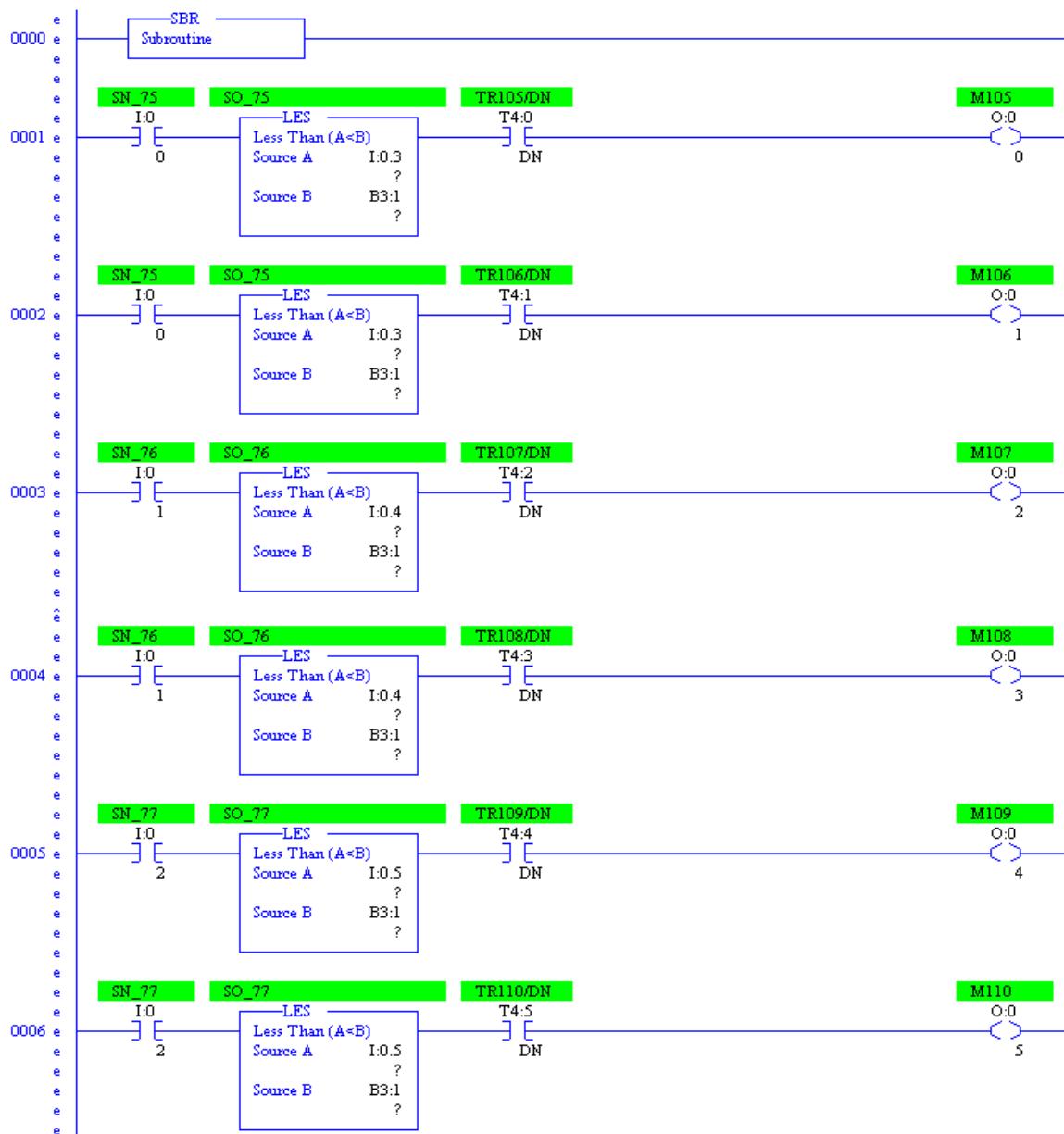
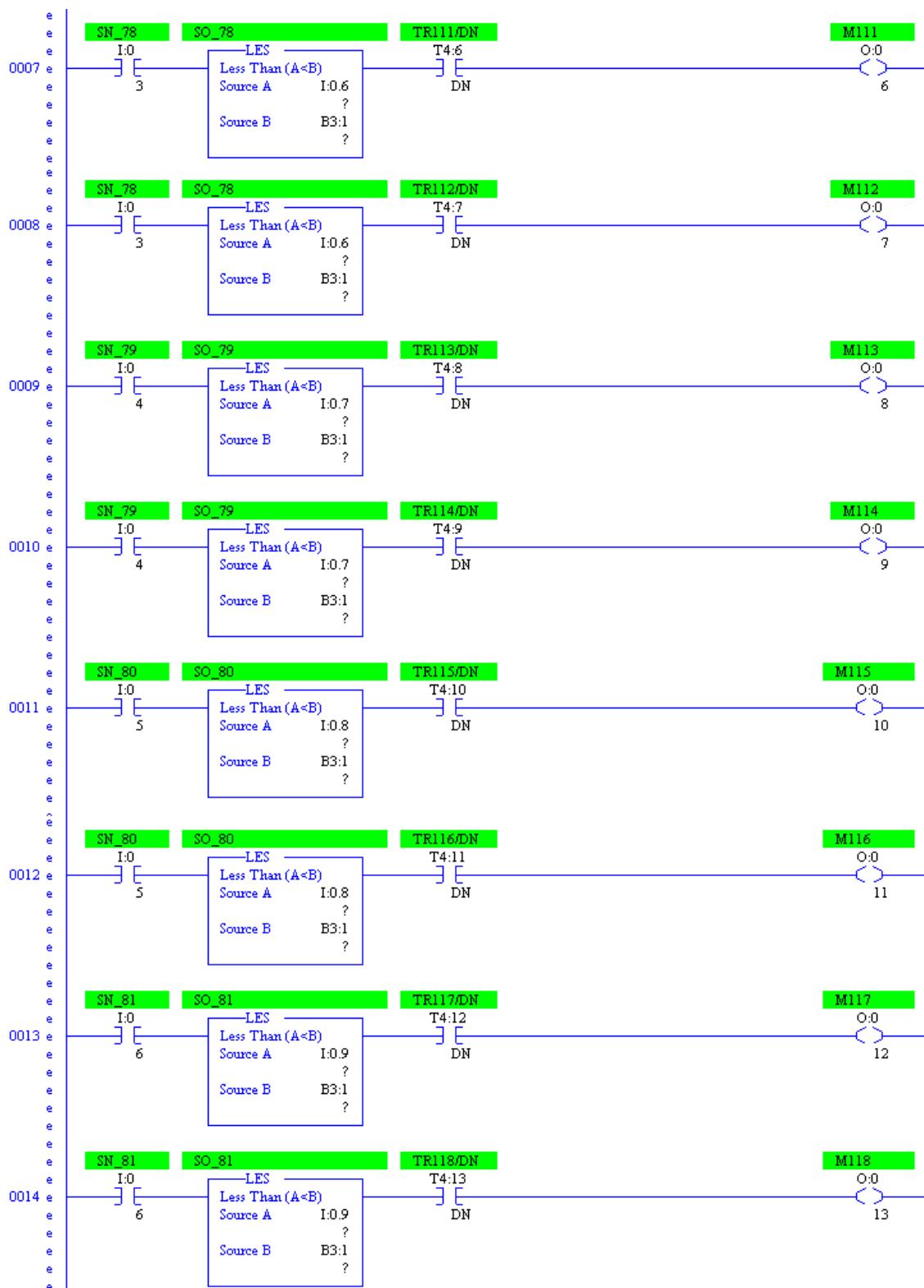


fig. 4.36 Diagrama secuencial PLC Módulo 2-2 Engorde II

Al termino del arranque secuencial en su totalidad y los estanques de precria tengan el oxigeno disuelto adecuado se selecciona el arranque automático, se activa a través del botón selector de 3 posiciones usando uno de sus contactos BS A 7 (I:0/21) la cual activa la instrucción salto de subrutina (JSR U:4) la cual te manda a la subrutina automático (SBR) como se aprecia en la figura 4.35.

Al seleccionar el modo automático los aeradores se activaran solamente cuando el sensor del de oxigeno disuelto (SO "X") no esté en sus parámetros establecidos y nivel del agua en el estanque es el apropiado indicados por sensor de nivel (SN "X") mostrado en la figura 4.37.





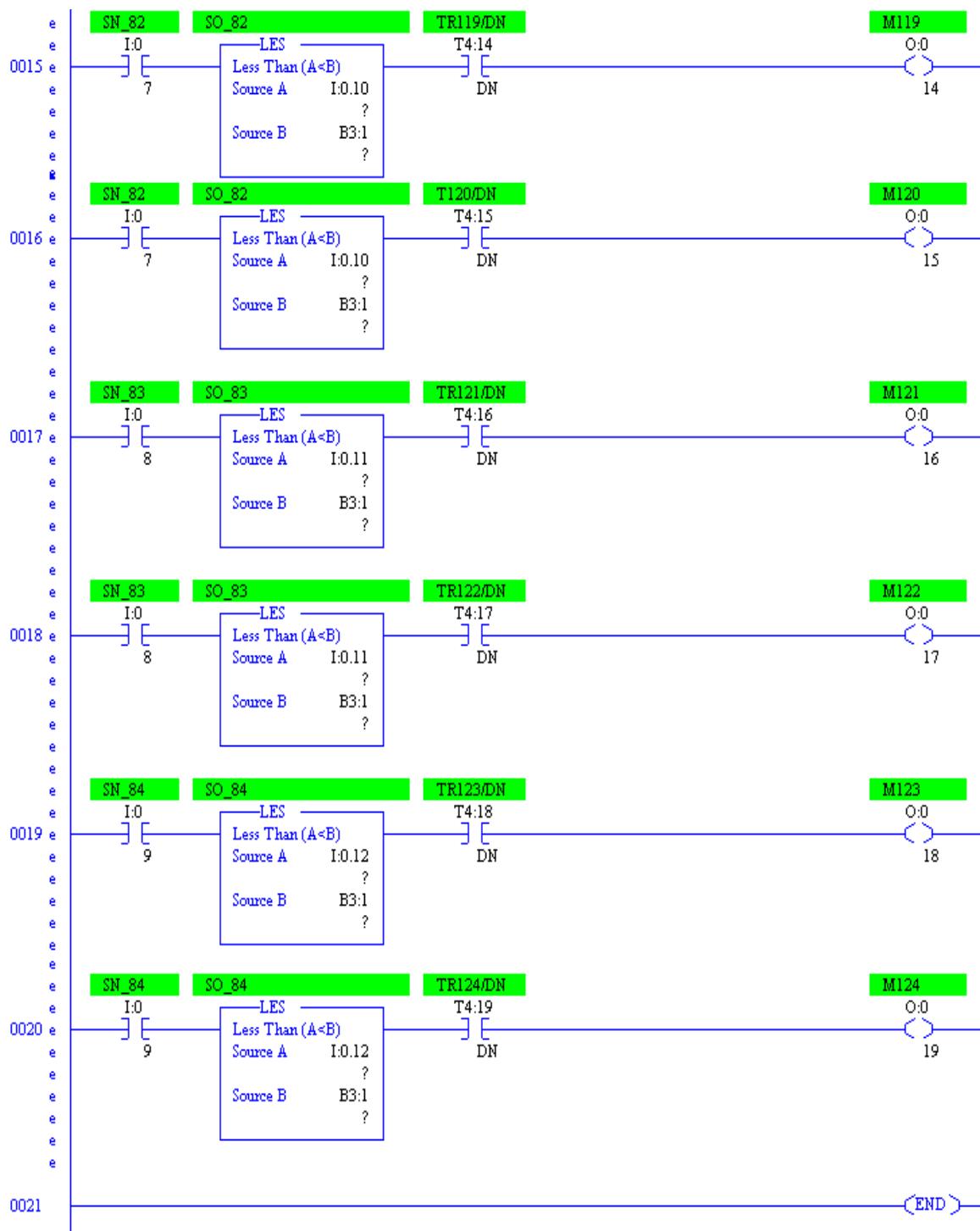


Fig. 4.37 Diagrama PLC de arranque automático Módulo 1-2 de Engorde 2



CAPÍTULO V

COSTOS

EN ESTE CAPÍTULO SE ABORDARAN LAS PROPUESTAS DE DISPOSITIVOS A IMPLEMENTAR EN EL SISTEMA ASÍ COMO SU COTIZACIÓN



5.1. COSTO PARA LA ETAPA DE PRECRIA

El costo propuesto para la compra del equipo a utilizar en este proyecto se muestra a continuación. En la tabla 5.1 podemos apreciar los costos de cada uno de los elementos que se proponen en el desarrollo de la automatización de la acuicultura, en la etapa de precria.

Tabla 5.1. Cotización para área de precría

Descripción	Costo/Unidad (\$)
Gabinete general, faltó especificar el tipo de NEMA, según el medio ambiente, se proporciona el precio para un gabinete NEMA 1. Dimensiones: 100x60x30 cm.	\$2,040.73 MXN
Cable del # 8 o # 10 para la alimentación general, se proporciona el precio por caja de 100 metros, ya que se desconocen las distancias.	#8 \$983.45 MXN #10 \$714.11 MXN
Cable del # 12 para cableado de gabinetes, se proporciona el precio por caja de 100 metros, ya que se desconocen las distancias.	#12 \$650.28 MXN
Cable del # 16 para cableado de las señales de control, se proporciona el precio por caja de 100 metros,	#16 \$404.85 MXN
Micro PLC de 20 Entradas y 12 Salidas	\$12,000 MXN
Tarjeta de expansión de 8 Entradas y 8 Salidas	\$6,000 MXN
Tarjeta de expansión de 4 entradas analógicas de 4 a 20 mA	\$5,000 MXN
Contactor de 3.0 HP, 220 V, 9 Amp	\$500.89 MXN



5.2. COSTO PARA ENGORDE I

En la tabla 5.2. podemos apreciar los costos de cada uno de los elementos que se proponen en el desarrollo de la automatización de la acuicultura, en la etapa de engorde I.

Tabla 5.2. Cotización para área de engorde I

<i>Descripción</i>	<i>Costo/Unidad (\$)</i>
Contactor de 3.0 HP, 220 V, 9 Amp	\$500.89 MXN
Charola tipo escalera de 100 mm, tramo de 3.05 m	\$320.48 MXN
Accesorios: curvas, ángulos, etc.	\$200.00 MXN
Charola tipo malla de 100 mm, tramo de 3.056 m	\$196.96 MXN
Accesorios: conectores	\$80.00 MXN
Micro PLC de 20 Entradas y 12 Salidas	\$12,000 MXN
Tarjeta de expansión de 8 Entradas y 8 Salidas	\$6,000 MXN
Tarjeta de expansión de 4 entradas analógicas de 4 a 20 mA	\$5,000 MXN
Gabinete general, faltó especificar el tipo de NEMA, según el medio ambiente, se proporciona el precio para un gabinete NEMA 1. Dimensiones: 100x60x30 cm.	\$2,040.73 MXN
Cable del # 8 o # 10 para la alimentación general, se proporciona el precio por caja de 100 metros, ya que se desconocen las distancias.	#8 \$983.45 MXN #10 \$714.11 MXN
Cable del # 12 para cableado de gabinetes, se proporciona el precio por caja de 100 metros, ya que se desconocen las distancias.	#12 \$650.28 MXN
Cable del # 16 para cableado de las señales de control, se proporciona el precio por caja de 100 metros, ya que se desconocen las distancias.	#16 \$404.85 MXN

5.3. COSTO PARA ENGORDE II

En la tabla 5.3. podemos apreciar los costos de cada uno de los elementos que se proponen en el desarrollo de la automatización de la acuicultura, en la etapa de engorde II.

Tabla 5.3. Cotización para etapa de engorde II

<i>Descripción</i>	<i>Costo/Unidad (\$)</i>
Charola tipo escalera de 100 mm, tramo de 3.05 m	\$320.48 MXN
Accesorios: curvas, ángulos, etc.	\$200.00 MXN
Charola tipo malla de 100 mm, tramo de 3.056 m	\$196.96 MXN
Accesorios: conectores	\$80.00 MXN
Micro PLC de 20 Entradas y 12 Salidas	\$12,000 MXN
Tarjeta de expansión de 8 Entradas y 8 Salidas	\$6,000 MXN
Tarjeta de expansión de 4 entradas analógicas de 4 a 20 mA	\$5,000 MXN
Gabinete general, faltó especificar el tipo de NEMA, según el medio ambiente, se proporciona el precio para un gabinete NEMA 1. Dimensiones: 100x60x30 cm.	\$2,040.73 MXN
Cable del # 8 o # 10 para la alimentación general, se proporciona el precio por caja de 100 metros, ya que se desconocen las distancias.	#8 \$983.45 MXN #10 \$714.11 MXN
Cable del # 12 para cableado de gabinetes, se proporciona el precio por caja de 100 metros, ya que se desconocen las distancias.	#12 \$650.28 MXN
Cable del # 16 para cableado de las señales de control, se proporciona el precio por caja de 100 metros, ya que se desconocen las distancias.	#16 \$404.85 MXN

5.4. COSTO PARA BOMBA

En la siguiente cotización tabla 5.4. se muestran los equipos a utilizar en la bomba de 250HP

Tabla 5.4. Cotización de la bomba

<i>Descripción</i>	<i>Costo/Unidad (\$)</i>
Arrancador Suave	\$8,500
Gabinete, falta especificar el tipo de NEMA, según el medio ambiente, se proporciona el precio para un gabinete NEMA 1. Dimensiones: 80x80x30 cm.	\$2,251.84 MXN



CONCLUSIONES

En el desarrollo de esta trabajo se llevo a cabo el diseño del sistema de automatización de la reproducción de la tilapia con lo cual no se consume tanto tiempo en prender cada uno de los equipos de aireación, y ahorro de energía ya que estos solo se mantienen trabajando en un tiempo necesario.

Solo se necesita un personal que supervise y de mantenimiento al equipo, dando resultado una buena productividad de peces.

La acuicultura en México es desconocida ya que no se ha explotado ese ramo del campo, el tener un control de las variables para el proceso de la acuicultura, es de suma importancia ya que reduciremos los niveles de mortalidad a casi cero, además que el sistema de oxigenación permitirá que los peces no sufran por esta gran variable, aun cuando haya sobrepoblación.

Nos dimos cuenta que el campo en realidad es uno de los lugares donde mas falta la implementación de tecnología, solo que hace falta conocer las necesidades del campo.

Para nosotros es mas viable y factible controlar las variables de manera autónoma, que dejar el sistema manual, aunque el gasto va a ser elevado, con el paso del tiempo se va a ir reituendo ya que los beneficios que se obtienen son numerosos.

El resultado de nuestro proyecto dio los resultados siguientes:

Se logro comunicar y mandar una instrucción entre cada uno de los PLC's, haciendo así un arranque secuencial, controlando el oxígeno disuelto.



REFERENCIAS

1. Mariano Seoánez Calvo. "Ecología industrial: Ingeniería medioambiental aplicada a la industria". MUNDI-PRENSA, España, 1995
2. J. L. García Calderón, J. A. Cabrera Jiménez. *La acuicultura. Definición y límites.* Instituto de Biología. México, 1990.
3. Acuacultura.org
<http://www.acuacultura.org/development/manuales/acua/desc1.htm>
4. Lee, P. G. *A review of automated control system for aquaculture and design criteria for their implementation.* Aquacultural Engineering 14: 205-227. 1995.
5. Transmisor e indicador de O₂ para usar con sensores de oxígeno de la serie DO2 (Plata-Plomo), TM3659/TDO, Desin Instruments. www.desin.com.
6. Piedrafita Moreno. "Ingeniería de la automatización industrial". ALFAOMEGA, México, 2000.
7. http://www.ni.com/pac/National_Instruments
8. http://www.siemon.com/la/white_papers/03-10-13-ethernet-ip.asp
9. <http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>
10. <http://catalogo.weg.com.br/files/wegnet/WEG-automatizacion-arrancadores-suaves-50024195-catalogo-espanol.pdf>
11. <http://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/design/rslogix500/>