

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÕES ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE

ARON MOSCO CASTRO RÊGO

**MONTAGEM DE QUADROS ELÉTRICOS E LEITURA DE ESQUEMAS
ELÉTRICOS**

RIO DE JANEIRO
2016

ARON MOSCO CASTRO RÊGO

**MONTAGEM DE QUADROS ELÉTRICOS E LEITURA DE ESQUEMAS
ELÉTRICOS**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência para
obtenção do título de Bacharel em
Ciências Náuticas do Curso de Oficiais de
Máquinas da Marinha Mercante,
ministrado pelo Centro de Instruções
Almirante Graça Aranha.**

**Orientador: MSc. Eng. Paulo Roberto
Batista Pinto.**

**RIO DE JANEIRO
2016**

ARON MOSCO CASTRO RÊGO

**MONTAGEM DE QUADROS ELÉTRICOS E LEITURA DE ESQUEMAS
ELÉTRICOS**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência para a
obtenção do título de Bacharel em
Ciências Náuticas do Curso de Formação
de Oficiais de Máquinas da Marinha
Mercante, ministrado pelo Centro de
Instruções Almirante Graça Aranha.**

Data da Aprovação: / /

Orientador: MSc. Eng. Paulo Roberto Batista Pinto.

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Dedico esse trabalho a todos os presentes e futuros alunos do curso de Máquinas desta escola para que possam aproveitá-lo como fonte de pesquisa na aprendizagem da montagem de quadros elétricos e na leitura de esquemas elétricos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me ajudado a superar todas as dificuldades pelas quais passei para chegar onde estou. Gostaria de agradecer a meus pais Ricardo Moscoso e Solange Castro que me criaram com muito carinho e me ensinaram a ser um homem honesto, ético e batalhador. Devo tudo a eles e tenho a plena certeza de que qualquer glória ou vitória que alcancei ou alcançarei é mérito deles por terem forjado a pessoa que sou. Sendo mais específico, agradeço ao meu pai por ter alimentado minha intensa curiosidade durante minha infância, o que me possibilitou adquirir uma vasta experiência em alguns campos do conhecimento, tornando meu estudo nas áreas de elétrica e eletrônica mais fácil e, acima de tudo, prazeroso.

Agradeço a minha mãe por estar sempre me incentivando e motivando, ao mostrar que sou capaz de fazer algo que a princípio não acredito suficientemente; por todas as vezes que interrompeu suas atividades para olhar meus projetos, em muitos casos se voluntariando para testá-los, e pelos elogios dados, os quais me mantinham sempre animado na busca de novas realizações. À minha irmã, Isis Castro, agradeço por todo o apoio dado e por ela ser a minha grande amiga, com quem divido grande parte dos meus momentos de felicidade e tristeza e de quem recebo inúmeros conselhos.

Gostaria de dedicar parte especial desse agradecimento ao meu tio Edson Moscoso e sua esposa Claudia Moscoso e à minha tia Karla Godinho e seu marido André Pinto, os quais moram no Rio de Janeiro e me acolheram como filho durante esta minha estada. Agradeço encarecidamente pela oportunidade que me foi dada para sair do meu estado de origem com o objetivo de fazer um curso preparatório e por me fornecerem todos os recursos necessários durante essa caminhada. A todos esses e a muitos outros amigos que fiz ao longo dessa jornada, meu muito obrigado.

“Problems cannot be solved by the same level of thinking that created them”.
(Albert Einstein)

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo auxiliar os alunos do curso de Máquinas, ministrado no Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, no estudo da eletricidade no que diz respeito à montagem de quadros elétricos e na análise de esquemas para a familiarização com a simbologia utilizada e para a plena compreensão do funcionamento dos variados circuitos existentes com o intuito de facilitar a procura de possíveis defeitos e, conseqüentemente, a realização da sua manutenção. Tendo em vista que quase todos os equipamentos utilizados a bordo dependem da energia elétrica para o seu funcionamento, é imprescindível que o oficial de máquinas tenha um amplo conhecimento nessa área para poder rapidamente identificar e solucionar problemas que impeçam a comum operação do navio. Com isso em mente, essa monografia foi desenvolvida para agregar conhecimento nessa área para aqueles que venham a estudá-la. No desenvolvimento deste trabalho há, no total, seis projetos de minha autoria, grande parte criada no ano de 2015, enquanto cursava o segundo ano, e o restante no ano de 2016, já no último ano do Curso de Formação de Oficiais da Marinha Mercante. Todos os projetos são acompanhados por uma legenda, através da qual se tem a descrição dos variados dispositivos utilizados no circuito montado e por uma descrição do seu funcionamento, por meio do qual pode-se entender, passo a passo, como o circuito em questão funciona.

Palavras chave: Plantas elétricas. Manutenção. Treinamento.

ABSTRACT

This work aims to help the students of engineer 's course, ministered at the Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, in the study of the electricity about instalation of electrical panels and analysis of electric plants management for the familiarization with the symbology used and the full understanding of the variable circuits. It has the goal to facilitate the seeking of defects and consequently their maintenance. In other to almost all the devices used on board depend on electric power to their work, it is crucial the engineer has an widest knowledge in this area to be able to identify and solve troubles that disturb the right operation of the ship. So this monograph has been developed to aggregate knowledge in that area for those who come to study it. In the development of this work there are, in total, six projects of my authorship, almost of them criated in 2015, when I was on the second year of the course and the others in 2016, already in the last year of the course. All the projects are followed by a glossary which have the description of the variable devices used in the projects and by a description of how each project works.

Key words: Electrical sketches. Maintenance. Training.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Configuração estrela e triângulo	13
Figura 2	Partida estrela-triângulo automática com reversão automática	16
Figura 3	Partida estrela-triângulo manual e automática e reversão com proteção	20
Figura 4	Complemento da figura 3	20
Figura 5	Semáforo	22
Figura 6	Mineradora	26
Figura 7	Complemento da figura 6	27
Figura 8	Complemento da figura 7	27
Figura 9	Partida de um Motor de Combustão Principal (MCP)	31
Figura 10	Sensor de fluxo (planta 6.1)	35
Figura 11	Sensor de fluxo (planta 6.2)	35

SUMÁRIO

1 INTRUDUÇÃO	11
2 PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO	12
3 PROJETO 1: PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO AUTOMÁTICA COM REVERSÃO AUTOMÁTICA	14
3.1 Descrição do funcionamento do projeto 1	14
3.2 Legenda do projeto 1	15
4 PROJETO 2: PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO MANUAL E AUTOMÁTICA E REVERSÃO COM PROTEÇÃO	17
4.1 Descrição do funcionamento do projeto 2	17
4.2 Legenda do projeto 2	18
5 PROJETO 3: SEMÁFORO	21
5.1 Descrição do funcionamento do projeto 3	21
5.2 Legenda do projeto 3	22
6 PROJETO 4: MINERADORA	23
6.1 Descrição do funcionamento do projeto	23
6.2 Legenda do projeto 4	25

7 PROJETO 5: PARTIDA DE UM MOTOR DE COMBUTÃO PRINCIPAL (MCP)	28
7.1 Descrição do funcionamento do projeto 5	28
7.2 Legenda do projeto 5	30
8 PROJETO 6: INDICADOR DE FLUXO	32
8.1 Descrição do funcionamento do projeto 6	32
8.2 Legenda do projeto 6	34
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
RÊFERENCIA	37
ANEXO A (referente ao capítulo 3)	38
ANEXO B (referente ao capítulo 4)	39
ANEXO C (referente ao capítulo 5)	41
ANEXO D (referente ao capítulo 6)	42
ANEXO E (referente ao capítulo 7)	45
ANEXO F (referente ao capítulo 8)	46

1 INTRODUÇÃO

O principal objetivo deste trabalho é fornecer aos alunos da área de elétrica uma fonte de estudo, na qual poderão encontrar seis projetos de minha autoria que os permitirão familiarizar-se com a simbologia adotada em plantas elétricas e entender o funcionamento padrão de alguns dispositivos. Procura-se também com este trabalho despertar a curiosidade dos estudantes oferecendo exemplos práticos de aplicação daquilo que é aprendido em sala de aula, bem como a criação de um raciocínio crítico que os tornará capazes de encontrar defeitos e conseqüentemente mais habilitados a solucioná-los.

Decidi fazer a monografia nessa área tendo em vista o elevado grau de importância de se ter um amplo conhecimento na área de elétrica para trabalhar como maquinista, uma vez que grande parte dos equipamentos presentes no navio dependem da eletricidade para funcionar e a crescente substituição da propulsão a motores diesel dois tempos por motores elétricos, alimentados por diesel geradores, devido à facilidade de manobra, entre as muitas vantagens existentes.

Todos os projetos presentes neste trabalho foram não só montados como também testados no laboratório de elétrica existente no Centro de Instrução Almirante Graça Aranha e funcionam perfeitamente, atendendo ao propósito para o qual foram elaborados.

No Capítulo 2 faremos um breve comentário a respeito da partida de motores elétricos de corrente alternada nas configurações estrelas e triângulo, pois é uma disposição comumente presente em circuitos que alimentam dispositivos como esses. Os dois primeiros projetos deste trabalho são exemplos disso.

Entre o Capítulo 3 e o Capítulo 8 serão apresentados os projetos, que compõem a parte principal deste trabalho, com suas respectivas legendas e descrições de funcionamento.

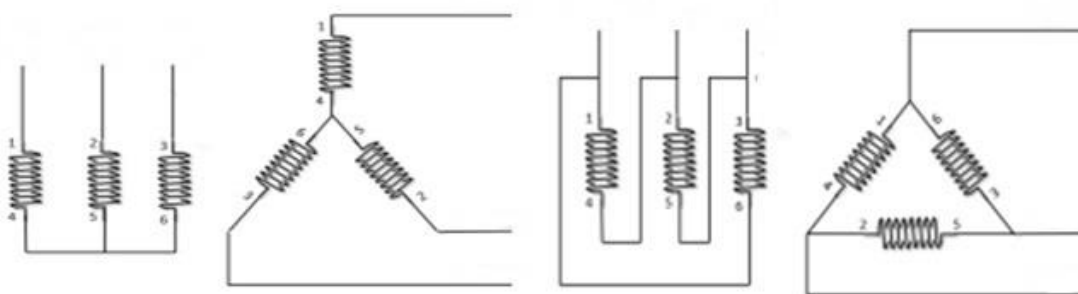
2 PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO

Como o próprio nome já diz, esse tipo de sistema realiza a partida de um motor trifásico na configuração estrela e depois de um determinado tempo, modifica esse fechamento para a configuração triângulo. Essa modificação é feita com o objetivo de diminuir a corrente de pico causada pelo arranque, a qual pode alcançar até oito vezes a corrente de operação. Para que se possa conectar um motor a um sistema como este é necessário que ele possua seis terminais de conexão de forma que o fechamento das bobinas nas configurações citadas anteriormente seja feita com o auxílio de dispositivos conhecidos como contatoras. Vale ressaltar que, como consequência da diminuição dessa corrente inicial, tem-se uma diminuição do torque no motor, portanto esse tipo de sistema é aplicado em projetos previamente estudados para evitar problemas com sua partida.

Por esse motivo elas também podem ser executadas diretamente na configuração triângulo, pois, dependendo das características mecânicas do equipamento, uma carga elevada no eixo do equipamento, por exemplo, dificultaria a partida do motor e poderia queimá-lo. Dessa forma, a mudança de configuração ocorre com o objetivo de suavizar a partida de um motor elétrico e diminuir a corrente de pico resultante, caso as características mecânicas do equipamento assim permitam. Isso é feito para diminuir o esforço provocado nessa peça ao tirá-la da inércia em circuitos onde não é necessária um grande torque inicial para iniciar o movimento de rotação do conjunto. Vale ressaltar que esse tipo de partida comutada também é utilizada em motores elétricos que alimentam bombas hidráulicas com o objetivo de evitar uma sobrepressão na rede no momento em que o sistema é alimentado. Na figura 1 abaixo podemos ver as conexões dos dois tipos de fechamento das bobinas. A configuração estrela à esquerda e a configuração triângulo à direita.

As contadoras, citadas anteriormente, merecem também uma atenção especial visto que são de extrema importância e estão presentes em todos os projetos deste trabalho. São dispositivos eletro-mecânicos que possibilitam o controle de equipamentos elétricos de forma remota e mais eficiente, uma vez que os contatos são feitos e principalmente desfeitos de forma mais rápida e ininterrupta, evitando arcos elétricos, prolongando sua vida útil e protegendo a instalação.

Figura 1: Configuração estrela e triângulo



Fonte: (<http://www.sabereletrica.com.br/partida-estrela-triangulo>)

3 PROJETO 1: PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO AUTOMÁTICA COM REVERSÃO AUTOMÁTICA

3.1 Descrição do funcionamento do projeto 1

O projeto 1 representa um circuito elétrico de partida automática de um motor elétrico trifásico nas configurações estrela-triângulo. Esta partida é feita primeiramente na configuração estrela (Y), com menor rotação devido ao menor torque gerado pela ligação em uma tensão mais baixa e, após um determinado intervalo de tempo, é modificada para a configuração triângulo (D), com maior rotação, dita a nominal do motor alimentado pela tensão nominal.

Há dois sentidos de rotação no motor, um dito principal e o outro secundário. Ao pressionar a botoeira BL, alimenta-se as contadoras k1 e k6 e a lâmpada VD, a qual indica o funcionamento do motor no sentido de rotação principal. Em seguida, uma chave normalmente aberta de k6 alimenta o temporizador T1, que por sua vez, realiza a partida em estrela e sua posterior comutação para triângulo.

O motor pode ser desligado através da botoeira BD que, quando pressionada, retira a alimentação das contadoras K1 e K6. O sentido de rotação secundário pode ser alcançado somente com o motor funcionando no sentido principal, pressionando-se a botoeira BA. Dessa forma, o motor é desalimentado e parte automaticamente no sentido contrário de rotação após o tempo setado no temporizador T2 (tempo necessário para o eixo parar de girar no sentido de rotação principal). Isso ocorre, pois, ao pressionar a botoeira BA, as contadoras K1 e K6 são desenergizadas e a K5 e a lâmpada VM, que indica o sentido de rotação secundário, são alimentadas. Assim a chave K5 (15-16) permite a alimentação de T2 e este, após o tempo setado, a alimentação de K4. Em paralelo com a chave K6 (17-18), a chave K4 (15-16) permite a partida do motor no sentido de rotação secundário em estrela, e sua posterior comutação para a configuração triângulo de forma semelhante a partida na rotação principal.

A mudança de rotação é alcançada pela utilização das contadoras de força K1 e K7 que promovem esse efeito de inversão por apresentarem duas das três fases de alimentação trocadas. Este processo de mudança de configurações é feito com o objetivo de evitar grandes esforços no eixo do motor e evitar elevadas correntes na partida do sistema.

Destino ao leitor analisar a importância da chave K4 (17-18) em paralelo com T2 (67-68), assim como a função da chave K3 (13-14) em paralelo com a comutadora do temporizador T1(55-56-58).

3.2 Legenda do projeto 1

K1 e K7: contadoras seletoras do sentido de rotação.

R1: relé térmico.

K2: contadora para ligação na configuração estrela.

K3: contadora para ligação na configuração triângulo.

K4 e K6: contadoras auxiliares para funcionamento do motor em ambos sentidos de rotação.

K5: contadora auxiliar para alimentar o temporizador T2 quando o botão de inversão for acionado.

BD: botoeira para desligar o motor.

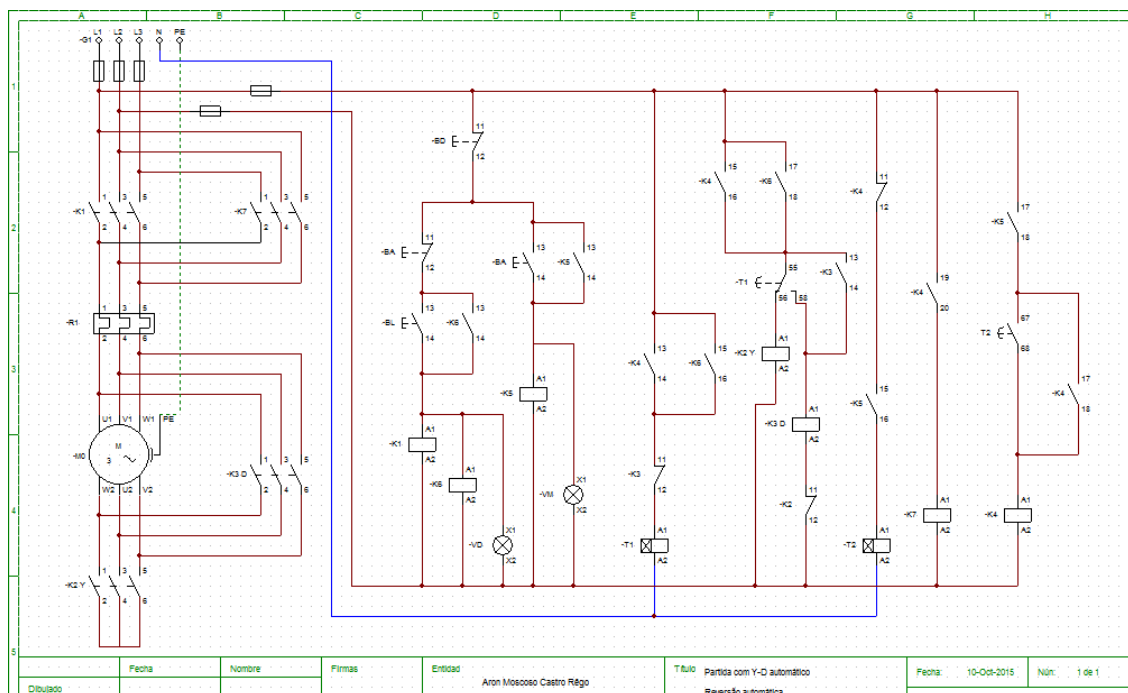
BL: botoeira para ligar o motor no sentido de rotação principal.

BA: botoeira de acionamento da inversão de rotação automática.

T1: temporizador que diz o tempo de mudança da configuração estrela para delta após a partida do motor.

T2: temporizador que diz o tempo de espera entre o desligamento do motor operando no sentido de rotação principal e a partida automática no sentido contrário (tempo de parada do eixo do motor).

Figura 2: Partida estrela-triângulo automática com reversão automática



Fonte: O autor (Anexo 1)

4 PROJETO 2: PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO MANUAL E AUTOMÁTICA E REVERSÃO COM PROTEÇÃO

4.1 - Descrição do funcionamento do projeto 2

O projeto 2 representa um circuito elétrico de partida automática ou manual de um motor trifásico em ambos os sentidos de rotação com uma proteção que obriga o operador a aguardar um tempo, setado no temporizador T1, para partir o motor em ambos os sentidos. Esse tempo corresponde ao necessário para o eixo do motor parar de girar após ser desligado. Essa automatização é alcançada pelo uso do temporizador T1 e da contatora auxiliar KA. Ao ligar a chave ON/OFF o temporizador T1 é energizado e, após o tempo setado, sua chave T1 (67-68) permite a alimentação da contatora KA que por sua vez, apenas nessa situação, permite que o motor seja ligado em ambos os sentidos de rotação. Partindo o motor em quaisquer dos sentidos, a chave K1 (19-20) ou K2 (19-20) desenergiza o temporizador T1 e o sistema de espera para uma nova partida é reiniciado ao desligar o equipamento.

Esse circuito dá ao operador, por meio da chave seletora M/A (11-12; 13-14), liberdade de escolher dois modos de controle: no primeiro, o manual, após selecionar o sentido de rotação por meio das botoeiras S1 ou S2, pode-se partir o motor diretamente na configuração estrela ou na triângulo por meio das botoeiras SMY e SMD, respectivamente. É possível também alterar a configuração durante seu funcionamento por meio dessas botoeiras. No segundo, o automático, após selecionar o sentido de rotação por meio das botoeiras S1 ou S2, o motor parte automaticamente na configuração estrela, e após o tempo setado no temporizador T2, altera para a configuração triângulo. A espera do tempo para partir o motor em outro sentido de rotação tem como objetivo evitar grandes esforços no seu eixo. As lâmpadas VD2 e AM2, indicam o modo de operação selecionado pelo operador: automático e manual, respectivamente. As lâmpadas VD e AM indicam o sentido de rotação do motor.

Em problemas como sobrecarga o relé R1 atua desligando a alimentação do motor e acendendo a lâmpada E para indicar ao operador o ocorrido. As lâmpadas VD e AM indicam o sentido de rotação do eixo do motor.

4.2 Legenda do projeto 2

K1 e K2: contadoras seletoras do sentido de rotação.

R1: relé térmico.

K3: contadora para ligação na configuração estrela.

K4: contadora para ligação na configuração triângulo.

KA: contadora auxiliar que permite a ligação do motor para ambos sentidos de rotação.

ONOFF: interruptor liga/desliga do circuito.

T1: temporizador que diz o tempo mínimo de espera entre o desligamento do motor e uma nova partida.

T2: temporizador que diz o tempo de troca da configuração estrela para delta quando operado no modo automático.

S0: botoeira para desligar o motor.

S1: botoeira para partir o motor em um sentido.

S2: botoeira para partir o motor no sentido contrário.

SMY: botoeira para selecionar a configuração estrela quando estiver operando no modo manual.

SMD: botoeira para selecionar a configuração delta quando estiver operando no modo manual.

E: indicador de emergência.

VD: indicador de funcionamento do motor em um determinado sentido de rotação.

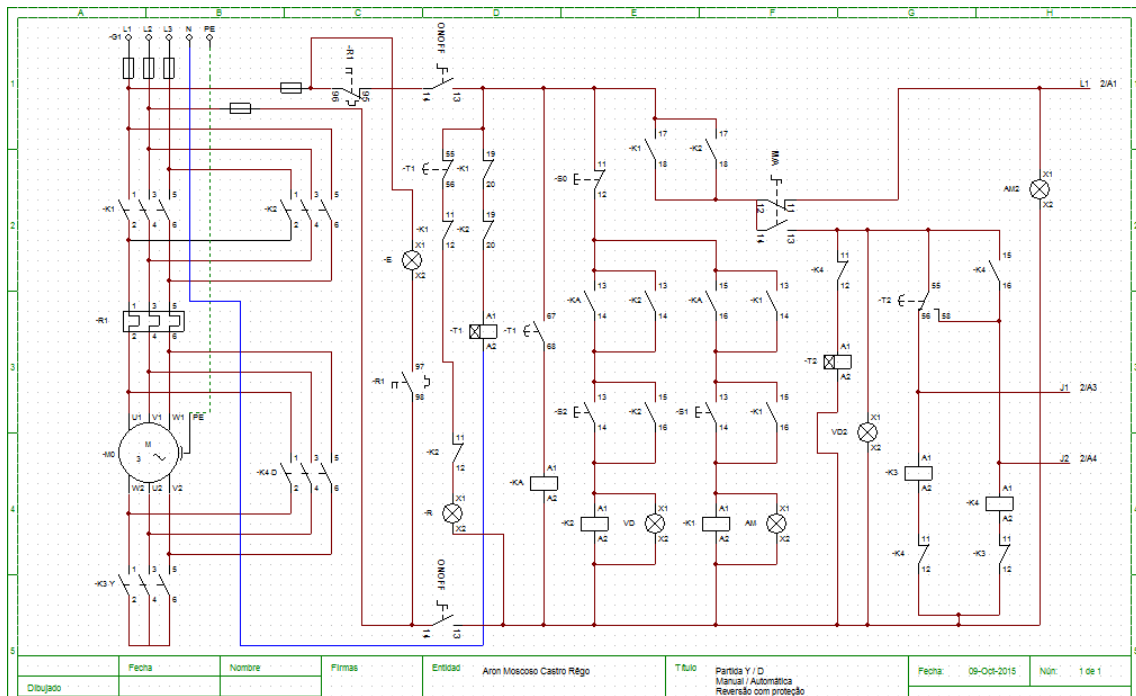
AM: indicador de funcionamento do motor no sentido de rotação inverso.

M/A: interruptor de seleção das opções manual e automática.

VD2: indicador da opção automática.

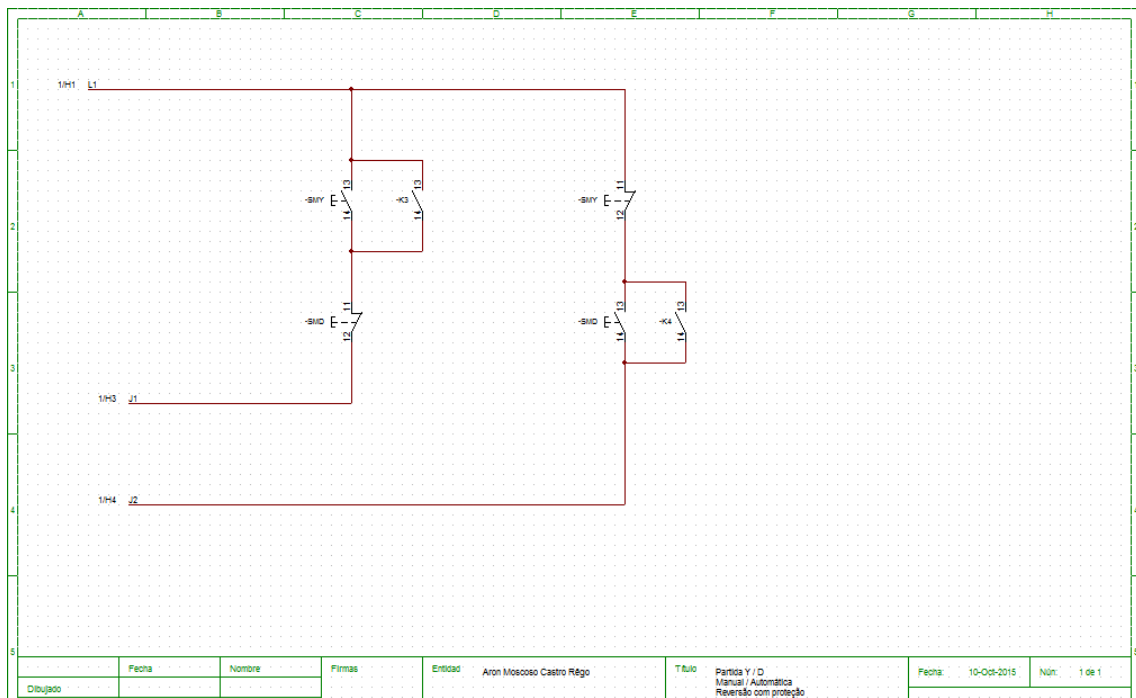
AM2: indicador da opção manual.

Figura 3: Partida estrela-triângulo manual e automática e reversão com proteção



Fonte: O autor (Anexo 2)

Figura 4: Complemento da figura 3



Fonte: O autor (Anexo 3)

5 PROJETO 3: SEMÁFORO

5.1 Descrição do funcionamento do projeto 3

O projeto 3 representa o funcionamento de um semáforo. Após ligado através do interruptor on/off, ele funciona normalmente, ligando a luz verde, em seguida, a amarela e por fim a vermelha, sendo que quando esta última apaga, o processo se reinicia por meio da atuação da chave normalmente fechada (NC) do temporizador T3. Vejamos agora como isso ocorre passo a passo.

Ao fechar o interruptor on/off, o temporizador T1 é energizado e o seu contato normalmente fechado (NC) permite o acendimento da lâmpada VD (verde). Após o tempo setado em T1, sua chave comuta de forma que sua chave normalmente fechada (NC) abre e sua chave normalmente aberta (NO) fecha, apagando a lâmpada VD e energizando o temporizador T2. De forma análoga, a lâmpada AM (amarela) acende e após o tempo setado no temporizador T2, ela apaga, a lâmpada VM (vermelha) acende e o temporizador T3 é energizado. Por fim, após o tempo setado em T3, sua chave normalmente fechada (NC) abre, reiniciando todo o sistema.

5.2 Legenda do projeto 3

T1: Temporizador que diz o tempo de permanência da luz verde acesa.

T2: Temporizador que diz o tempo de permanência da luz amarela acesa.

T3: Temporizador que diz o tempo de permanência da luz vermelha acesa e reinicia o ciclo.

F: Fusível.

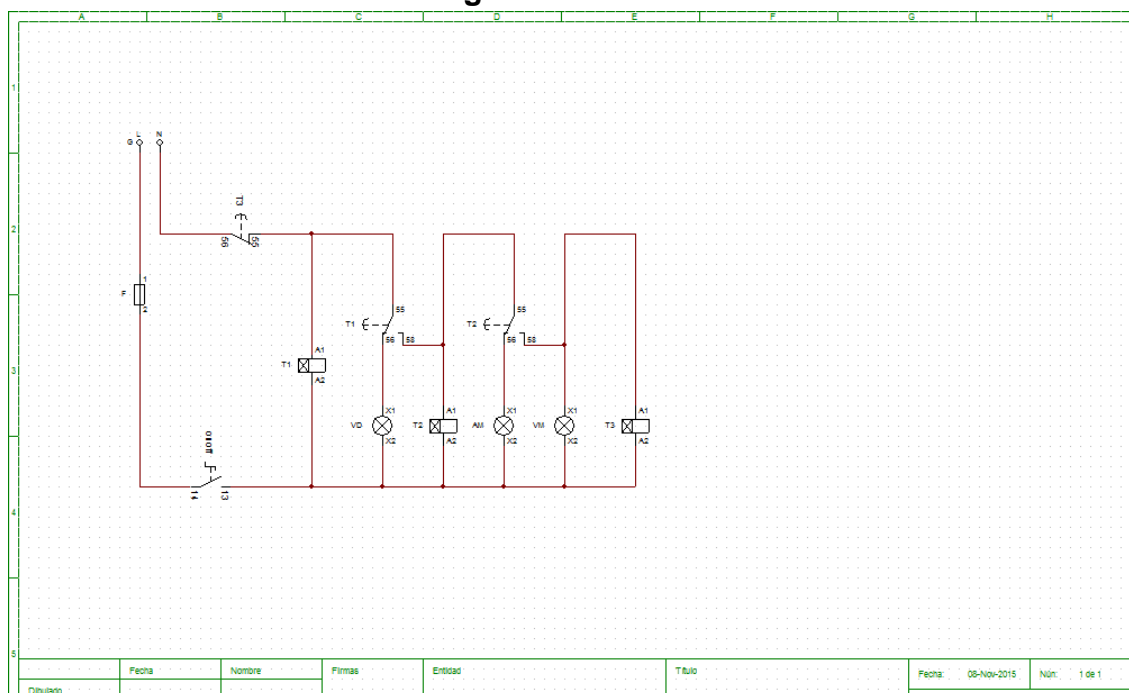
VD: Luz verde.

AM: Luz amarela.

VM: Luz vermelha.

Onoff: Interruptor para ligar e desligar o circuito.

Figura 5: Semáforo



Fonte: O autor (Anexo 4)

6 PROJETO 4: MINERADORA

6.1 Descrição do funcionamento do projeto 4

O projeto 4 representa a planta elétrica de um circuito composto por 4 bombas d'água de uma mineradora, as quais têm como função retirar a água remanescente do processo de mineração, armazenada em tanques, e despejá-la em uma estação de tratamento. Devido à grande profundidade, o processo de retirada dessa água é feito em duas etapas. As bombas V1 e V2 retiram água dos tanques do primeiro nível e a despejam nos tanques do segundo nível. As bombas V3 e V4, por sua vez, retiram a água dos tanques do segundo nível e a despejam na estação de tratamento de efluentes (ETE).

A planta foi projetada de forma que o operador possa selecionar a opção manual, na qual é possível ligar e desligar qualquer uma das bombas individualmente, ou a opção automática, na qual as bombas V1 e V2 ligam quando a água atinge o nível alto nos tanques do primeiro nível e desligam quando ela atinge o nível baixo desses mesmos tanques. De forma análoga, na opção automática, as bombas V3 e V4 ligam quando a água atinge o nível alto nos tanques de segundo nível e desligam quando a água atinge o nível baixo desses mesmos tanques.

Dentro da opção automática é possível ainda selecionar a opção inverno ou verão. Na primeira, levando em consideração que chove com mais frequência nessa região no inverno, utilizam-se ambas as bombas de cada nível para dar conta da vazão de água. Entretanto na segunda opção, levando em consideração que chove com menos frequência nessa região no verão, apenas uma das bombas de cada nível é utilizada no processo de retirada de água da mineradora. Para evitar problemas de inundação, quando o sistema está operando na opção automática e verão, onde apenas uma bomba de cada nível está em operação, se qualquer uma delas parar de funcionar por motivos de sobrecarga, a outra bomba, que está em *standby*, entrará em funcionamento e uma indicação luminosa apontará o problema para o operador e este poderá então solucioná-lo.

As lâmpadas E1, E2, E3 e E4 indicam problema de sobrecarga nas bombas V1, V2, V3 e V4 respectivamente. Elas são acionadas diretamente pelas chaves normalmente abertas dos relés térmicos ligados às bombas, com exceção de E1 e E3, cujos acionamentos são feitos indiretamente pelos relés, uma vez que estes acionam as contadoras auxiliares KA1 e KA3 e estas, as lâmpadas de indicação. Isso foi feito com o objetivo de disponibilizar mais contatos auxiliares, tendo em vista que o acionamento dos relés em questão devem resultar em duas ações: acionamento dos indicadores e das bombas que estavam em *standby*, quando operando em modo verão.

A seleção da opção automática ou manual é realizada por meio da chave CH2 e da opção inverno ou verão por meio da chave CH1. Quando operando no modo manual, pode-se acionar cada bomba individualmente através das botoeiras L1, L2, L3 e L4 e desligá-las por meio das botoeiras D1 e D2.

As chaves BD1 , BD2, BU1 e BU2 tem como função monitorar o nível de água nos tanques de armazenamento temporário, as quais encontram-se fechadas quando em contato com a água. Dessa forma, operando no modo automático, quando o nível de água está alto, BU1 e BU2 fecham e permitem a que o circuito da sua respectiva bomba seja alimentado. As chaves normalmente abertas K1 (13-14), K2 (13-14), K3(13-14) e K4 (13-14), também conhecidas como selo, servem para manter o circuito alimentado após os sensores de nível alto pararem de detectar água na sua extremidade, evitando que as bombas fiquem ligando e desligando em curtos intervalos de tempo, o que provocaria um defeito prematuro. Por fim as chaves BD1 e BD2 abrem o circuito quando o nível de água nos tanques está baixo, parando as bombas antes que o ar possa atingir a zona de sucção.

As chaves KA1 (15-16) e KA2 (15-16) estão em paralelo com a chave de seleção das opções inverno e verão e têm como objetivo ativar a bomba que se encontra em *standby* quando se está operando na condição verão e a bomba em operação apresenta problema de sobrecarga.

6.2 Legenda do projeto 4

F1, F2, F3, F4, FC1 e FC2: Fusíveis.

R1, R2, R3 e R4: Relés térmicos.

K1: Contatora de alimentação da bomba V1.

K2: Contatora de alimentação da bomba V2.

K3: Contatora de alimentação da bomba V3.

K4: Contatora de alimentação da bomba V4.

V1 e V2: Bombas d'água do primeiro nível.

V3 e V4: Bombas d'água do segundo nível.

E1: Indicador de sobrecarga na bomba V1.

E2: Indicador de sobrecarga na bomba V2.

E3: Indicador de sobrecarga na bomba V3.

E4: Indicador de sobrecarga na bomba V4.

KA1 e KA3: Contadoras auxiliares.

I1: Indicador de funcionamento da bomba V1.

I2: Indicador de funcionamento da bomba V2.

I3: Indicador de funcionamento da bomba V3.

I4: Indicador de funcionamento da bomba V4.

L1: Botoeira de partida da bomba V1.

L2: Botoeira de partida da bomba V2.

L3: Botoeira de partida da bomba V3.

L4: Botoeira de partida da bomba V4.

D1: Botoeira de desligamento das bombas do nível 1.

D2: Botoeiras de desligamento das bombas do nível 2.

CH1: Chave seletora das opções verão e inverno.

CH2: Chave seletora das opções manual ou automático.

BU1: Sensor de nível alto do tanque do nível 1.

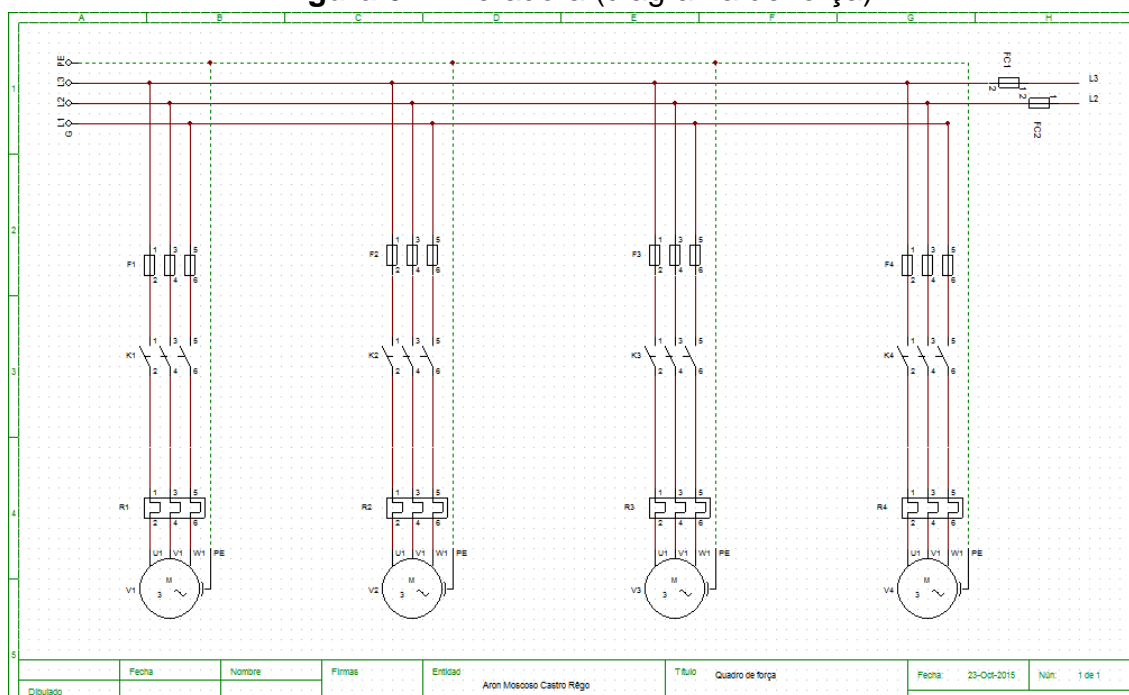
BD1: Sensor de nível baixo do tanque do nível 1.

BU2: Sensor de nível alto do tanque do nível 2.

BD2: Sensor de nível baixo do tanque do nível 2.

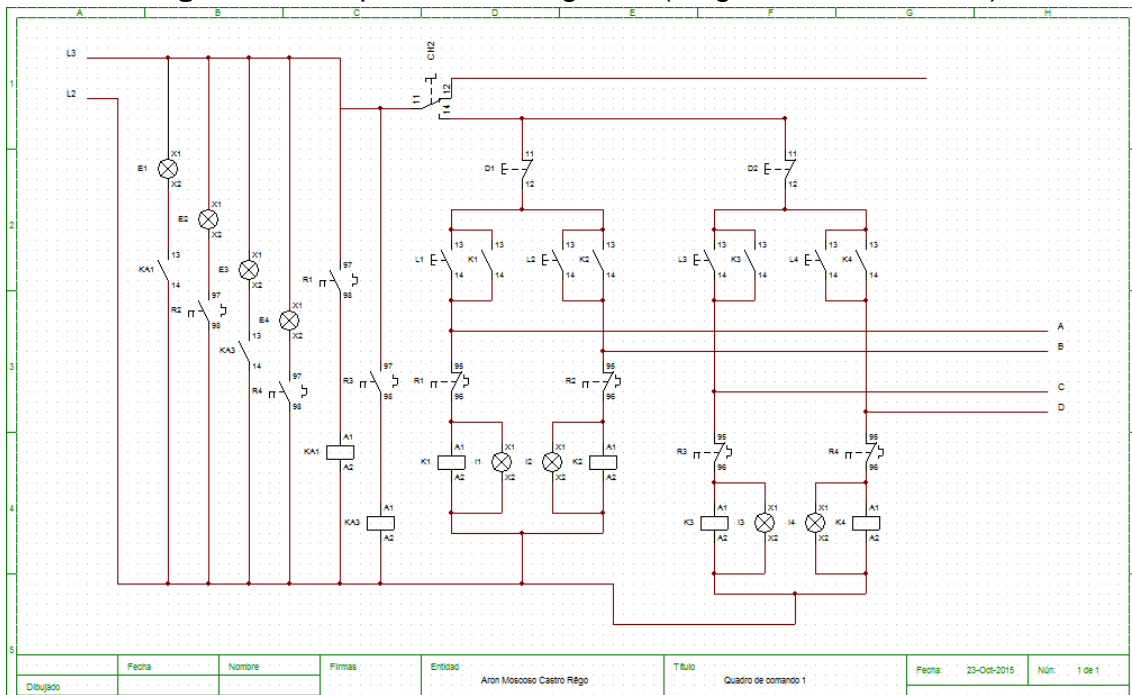
Obs: O sensores funcionam como chaves fechadas quando estão em contato com a água e como chaves abertas quando não estão em contato com ela.

Figura 6: Mineradora (diagrama de força)



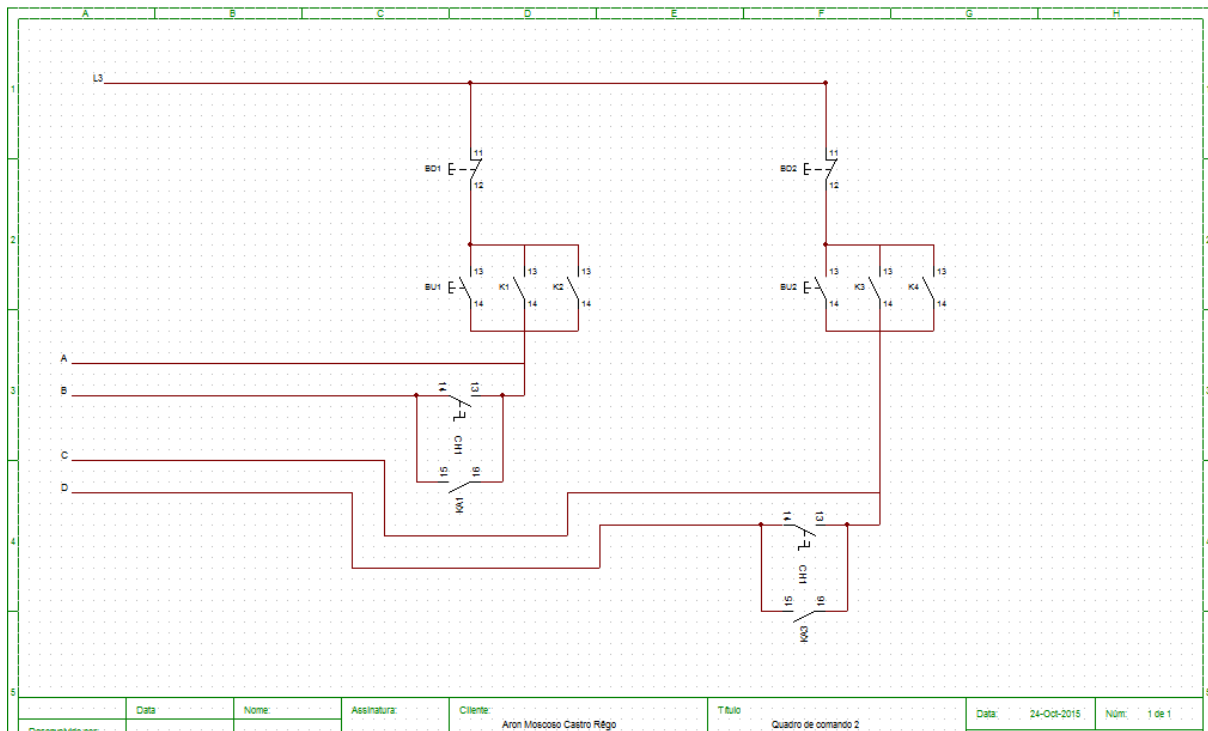
Fonte: O autor (Anexo 5)

Figura 7: Complemento da figura 6 (diagrama de comando)



Fonte: O autor (Anexo 6)

Figura 8: Complemento da figura 7 (diagrama de comando)



Fonte: O autor (Anexo 7)

7 PROJETO 5: PARTIDA DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO PRINCIPAL (MCP)

7.1 Descrição do funcionamento do projeto 5

O projeto 5 representa a planta elétrica de um sistema automatizado de partida de um MCP em uma praça de máquinas. Ele tem como função impedir a manipulação errada do equipamento por parte do seu operador, tendo em vista que esta é uma das peças de maior importância do navio.

Em um procedimento normal de partida do MCP deve-se primeiramente abrir os rubinetes (peças do motor que permitem a comunicação entre a câmara de combustão e o meio externo) presentes no cabeçote e dar a partida. Devido a esta comunicação com o meio externo não é possível comprimir o ar no interior do cilindro nem produzir a queima do combustível, uma vez que não foi alcançada sua temperatura de auto-ignição. Contudo esta primeira partida não tem o objetivo de ligar o motor, mas sim de promover uma limpeza e realizar uma inspeção no interior do motor para identificar problemas como vazamentos da água de arrefecimento ou óleo lubrificante. Após esta etapa primária, fecham-se os rubinetes e parte-se o motor novamente. Desta vez, se tudo estiver dentro das condições padrões de funcionamento, o MCP ligará normalmente.

Dessa forma, o sistema não permite que o operador parta o MCP sem antes ter realizado o procedimento com os rubinetes abertos. Uma outra característica do circuito é a seguinte: se o operador der a primeira partida com os rubinetes abertos, mas levar um tempo maior que 30min (15s no temporizador do laboratório de elétrica) para partí-lo com eles fechados, terá que repetir o procedimento antes de dar início ao funcionamento do MCP.

O circuito apresenta três chaves normalmente abertas B, acionadas pela mesma botoeira e através da qual o motor de partida é acionado. Para facilitar a montagem da planta e o entendimento do leitor, foi empregado um motor elétrico como motor de partida do MCP ao invés da partida pneumática comumente utilizada. A chave A (13-14) representa uma micro chave, a qual fecha ao abrir-se todos os rubinetes.

Pode-se observar que para se realizar a primeira partida é necessário que os rubinetes estejam abertos. Após a realização desse primeiro procedimento, a contatora K2 é alimentada por meio da chave S1 (13-14) e mantém-se energizada, mesmo que o operador pare de pressionar a botoeira, uma vez que a chave S2 (13-14) já se encontra acionada e a chave T1 (55-56-58) já comutou da posição 56 para a 58. Para que isso ocorra torna-se necessário observar que o tempo setado no temporizador T1 deve ser mínimo e que o tempo pressionando a botoeira deve ser maior que este tempo setado, o que não se caracteriza um problema uma já que o motor de partida deve ser mantido ligado por um tempo razoável para a limpeza ou a partida seja alcançada com êxito.

Quando a contatora K2 é acionada, a chave S2 (17-18) fecha, energizando T2 ao desalimentar K1 (parar de pressionar a botoeira B) e energizando T1, o que resulta na comutação desta chave. Enquanto a chave T1 estiver na posição 58, pode-se partir o motor, pois o circuito independe do estado da micro chave A. Contudo, passados 30 min (tempo setado no temporizador T2), a chave T2 (55-56) abre, desalimentando o temporizador T1, o que resulta em uma nova comutação da chave T1 de volta a posição inicial 56. Dessa forma, para partir o motor, é necessário repetir o procedimento com os rubinetes abertos. Destino ao leitor descobrir a necessidade do emprego da chave normalmente fechada S1 (11-12) e da chave normalmente aberta S2 (17-18). Para responder a última pergunta, forneço ao leitor a seguinte dica: observar e tensão de trabalho dos temporizadores empregados no circuito.

7.2 Legenda do projeto 5

F: Fusíveis.

R: Relé térmico de proteção.

K1: Contatora de alimentação do motor trifásico.

K2: Contatora auxiliar.

MP: Motor de partida elétrico, trifásico.

E: Indicador de emergência; problemas com sobrecarga.

B: Botoeira de partida.

A: Sensor (NO) do rubinete do MCP (energizado quando o rubinete está aberto).

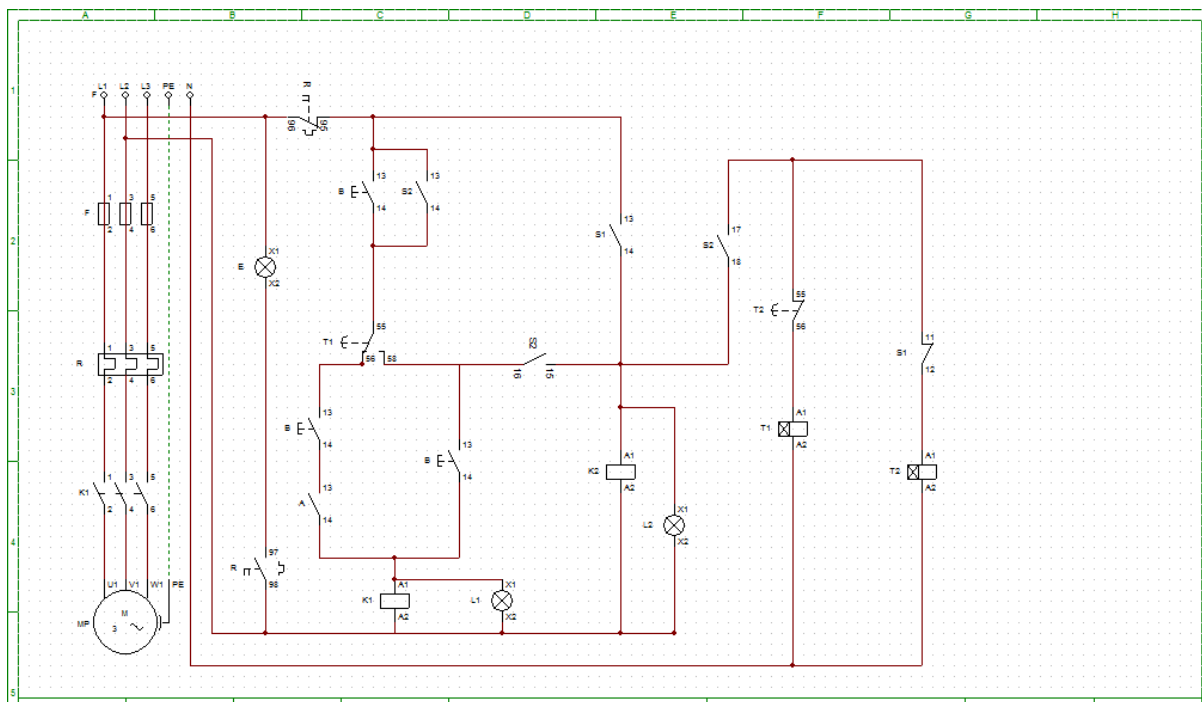
L1: Indicador de que o MCP está partindo ou está em processo de limpeza.

L2: Indicador de que o MCP está pronto para ser partido.

T1: Temporizador de trabalho.

T2: Temporizador auxiliar.

Figura 9: Partida de um Motor de Combustão Principal (MCP)



Fonte: O autor (Anexo 8)

8 PROJETO 6: INDICADOR DE FLUXO

8.1 Descrição do funcionamento do projeto 6

O projeto 6 representa a planta elétrica de um sistema automático de identificação de fluxo no interior de uma tubulação. Na parte interna de um dos tubos pertencentes a rede monitorada, há um sensor de pressão que é acionado quando o fluxo do fluido que passa no seu interior é detectado. De forma semelhante a uma microchave, esse sensor fecha um contato quando pressionado.

Esse dispositivo será utilizado para informar ao operador se houve ou não o fluxo esperado em uma tubulação após a bomba ser ligada. Devido ao tamanho da rede, há um atraso entre a partida da bomba e o início do escoamento do fluido, portanto um temporizador estará incorporado ao projeto para que esse “delay” seja levado em consideração.

Ao projetar essa planta, percebi que poderia montá-la de duas maneiras, porém ambas apresentariam o mesmo resultado. O que as diferencia é o fato de que na planta 6.1 o temporizador atua apenas no momento da partida do dispositivo e, logo após sua atuação, é desligado enquanto a bomba funciona normalmente, sendo religado para uma nova atuação quando o sistema é reiniciado. Diferentemente, na planta 6.2 o temporizador permanece ligado após sua atuação, sendo desenergizado apenas quando todo o circuito é desligado. Em contrapartida, na segunda planta, a luz de indicação de falta de fluxo E1 informa ao operador sempre que a bomba parar de funcionar por falta de escoamento do fluido, já na primeira planta, a luz de indicação E1 acende somente se a falta de fluxo tiver ocorrido depois de um tempo maior que o setado no temporizador. Tendo em vista essas diferenças, cabe ao usuário analisar qual dos dois circuitos é mais eficiente para sua utilização. Contudo, como o propósito deste trabalho é auxiliar o leitor a entender o funcionamento de esquemas elétricos, ambas as plantas serão explicadas.

Primeiramente iremos analisar a planta 6.1. Ao pressionar a botoeira BL, parte-se o motor por meio da contatora k1 e alimenta-se o temporizador T1. Após o tempo setado neste, sua chave será comutada da posição 56 para 58. Se o sensor de fluxo A não tiver sido acionado, a contatora k1 e o temporizador serão desenergizados, a bomba irá parar de funcionar, o circuito retornará a sua configuração inicial. Caso o sensor A tenha sido acionado, a contatora auxiliar K2 será acionada, desenergizando o temporizador e mantendo o motor ligado. Em situações de interrupção do fluxo posteriores a essa etapa, causadas por entupimentos, por exemplo, os sensores irão abrir, desligando a bomba, mas a contatora auxiliar se manterá energizada por meio do seu selo S2. Com S2 energizado e S1 desenergizado, a luz de indicação de falta de fluxo irá acender, informando ao operador o ocorrido.

A chave S1 com os terminais 13 e 14 permite que a contatora k1 não seja acidentalmente desligada durante a comutação dos contatos do temporizador. Por fim, destino ao leitor a tarefa de descobrir a necessidade de duplicar o sensor A nesta planta.

Agora na planta 6.2, pode-se observar que a contatora auxiliar K2 não irá desenergizar o temporizador. A função dela é permitir que o temporizador permaneça ligado quando a contatora K1 for desenergizada pela abertura do sensor A, indicador de falta de fluxo. Dessa maneira a lâmpada de indicação da ausência de escoamento do fluido acenderá sempre que a bomba parar de funcionar por esse motivo. Nota-se que nesta planta não se fez necessário a utilização de um sensor A duplicado, mas fica a encargo do leitor descobrir a funcionalidade da chave S2 de terminais 11 e 12.

8.2 Legenda do projeto 6

F1, F2, F3: Fusíveis.

R: Relé térmico.

R1: Chave normalmente aberta do relé térmico.

T1: Temporizador.

K1: Contatora de alimentação da bomba.

K2: Contatora auxiliar.

M: Bomba.

S1: Chaves da contatora K1.

S2: Chaves da contatora auxiliar K2

E1: Indicador de falta de fluxo

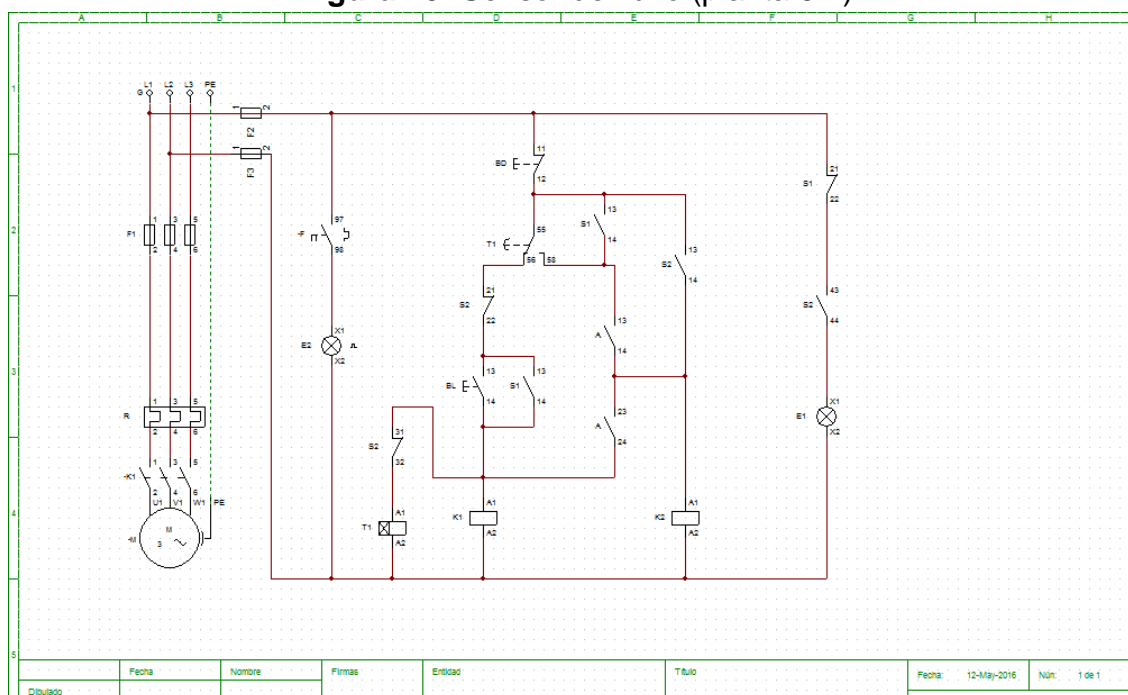
E2: Indicador de sobrecarga na bomba.

BL: Botoeira de partida da bomba.

BD: Botoeira de desligamento do sistema.

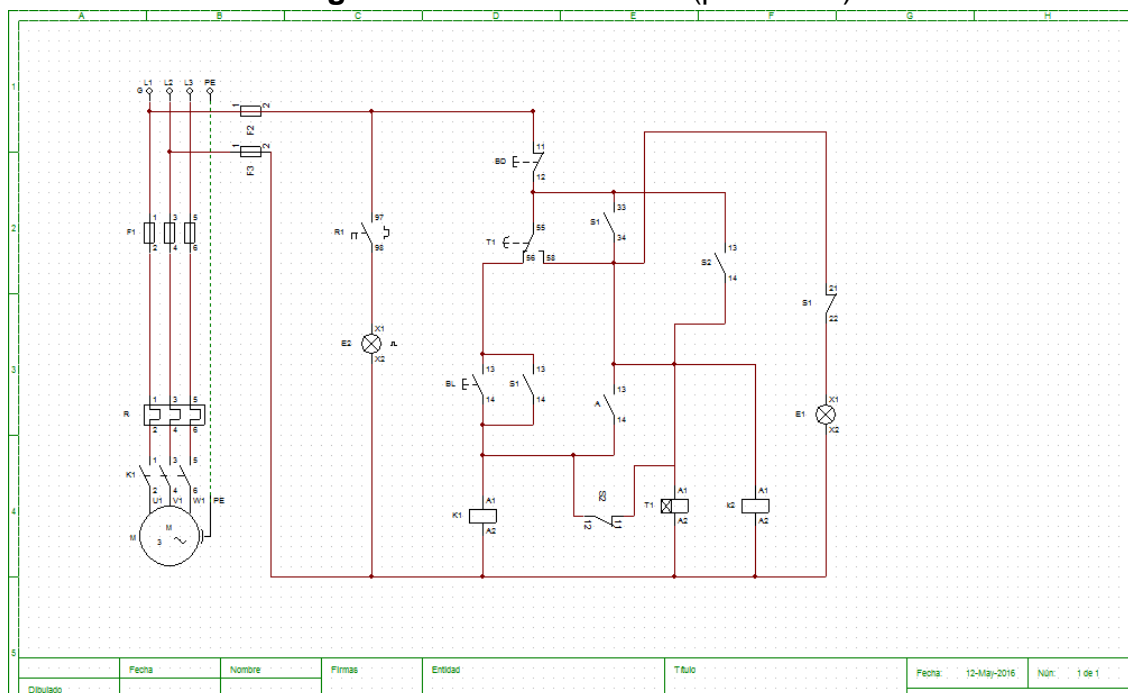
A: Sensor de fluxo.

Figura 10: Sensor de fluxo (planta 6.1)



Fonte: O autor (Anexo 9)

Figura 11: Sensor de fluxo (planta 6.2)



Fonte: O autor (Anexo 10)

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram apresentados ao todo seis projetos de minha autoria com o objetivo de proporcionar aos presentes e futuros alunos do curso de máquinas uma familiarização com a leitura de esquemas. O tema tratado foi escolhido devido a importância de um amplo conhecimento nesta área, tendo em vista que há um elevado percentual de equipamentos presentes nas embarcações acionados por circuitos semelhantes. Dessa forma a análise das plantas presentes nesta monografia pode proporcionar ao leitor a criação de um raciocínio crítico, o qual permitirá uma rápida compreensão de esquemas com os quais ele venha a ter contato posteriormente, fato que consequentemente lhe dará a oportunidade de encontrar defeitos e realizar a devida manutenção dos equipamentos cuja operação será sua responsabilidade. Ele deve, evidentemente, possuir também conhecimentos do uso de multímetros ou outros aparelhos de medição oportunos para o serviço desejado.

Foi gratificante ter a oportunidade de confeccionar esse trabalho. Espero que o leitor possa desfrutar da sua leitura e que essa pesquisa seja capaz de alcançar todos os objetivos almejados, contribuindo para a formação dos futuros oficiais da Marinha Mercante.

REFERÊNCIAS

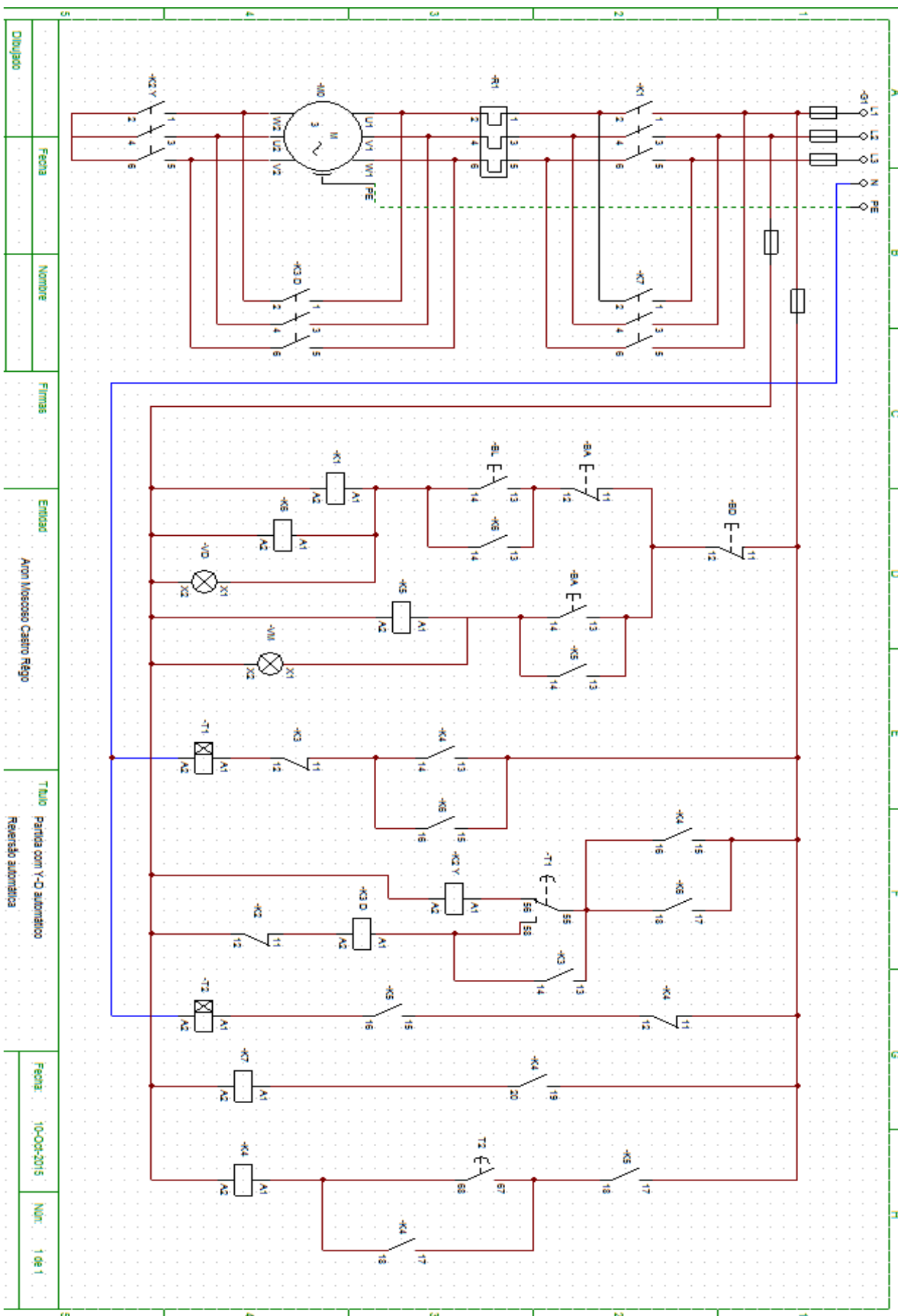
www.sabereletrica.com.br/partida-estrela-triangulo

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**, 6 ed. Rio de Janeiro, LTC, 2006.

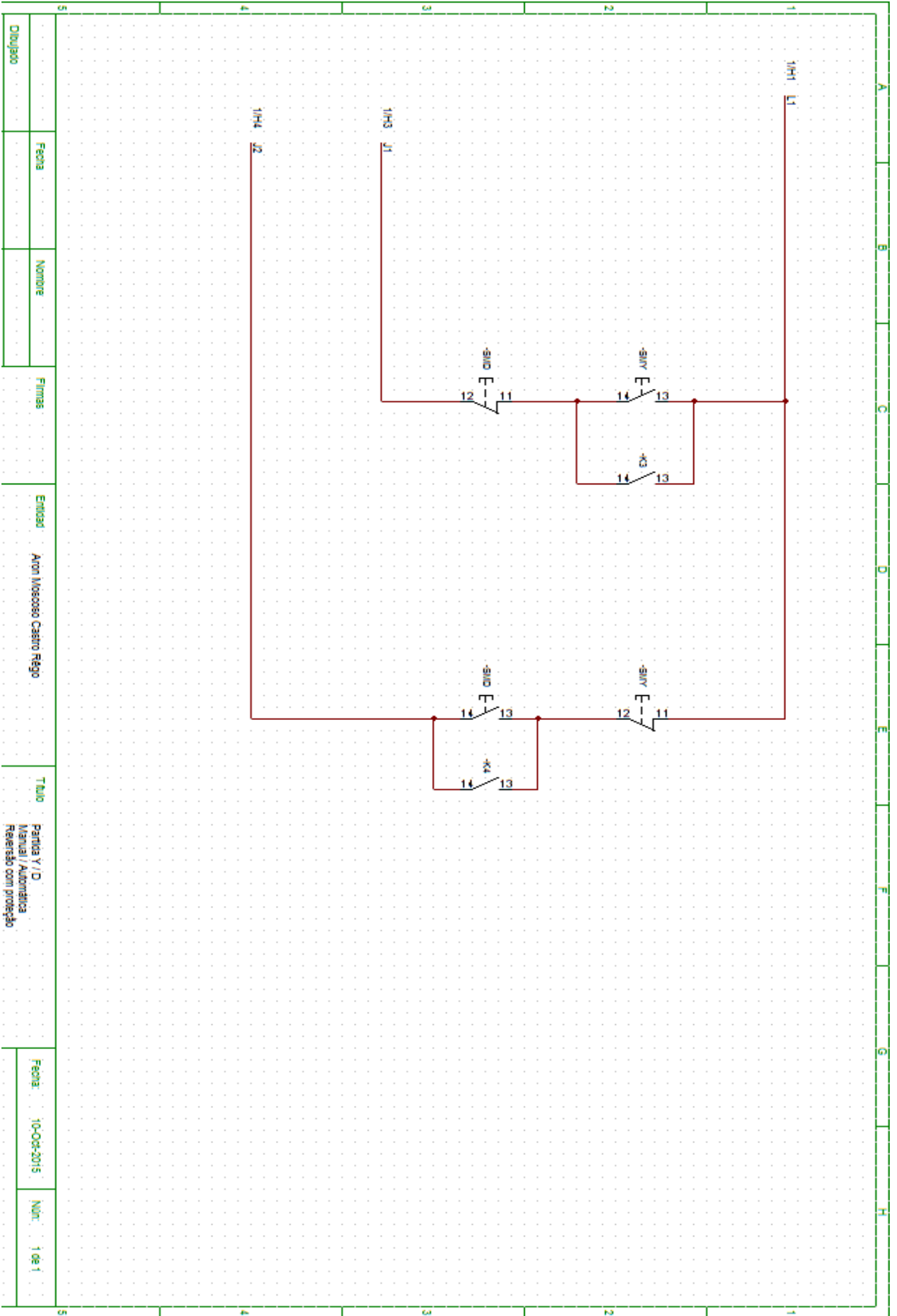
Elétrica. Disponível em: www.saladaeletrica.com.br. Acesso em: julho de 2016.

GUSSOW, Milton. **Eletricidade Básica**, 2 ed. São Paulo, Mcgraw Hill, 1985.

ANEXO A

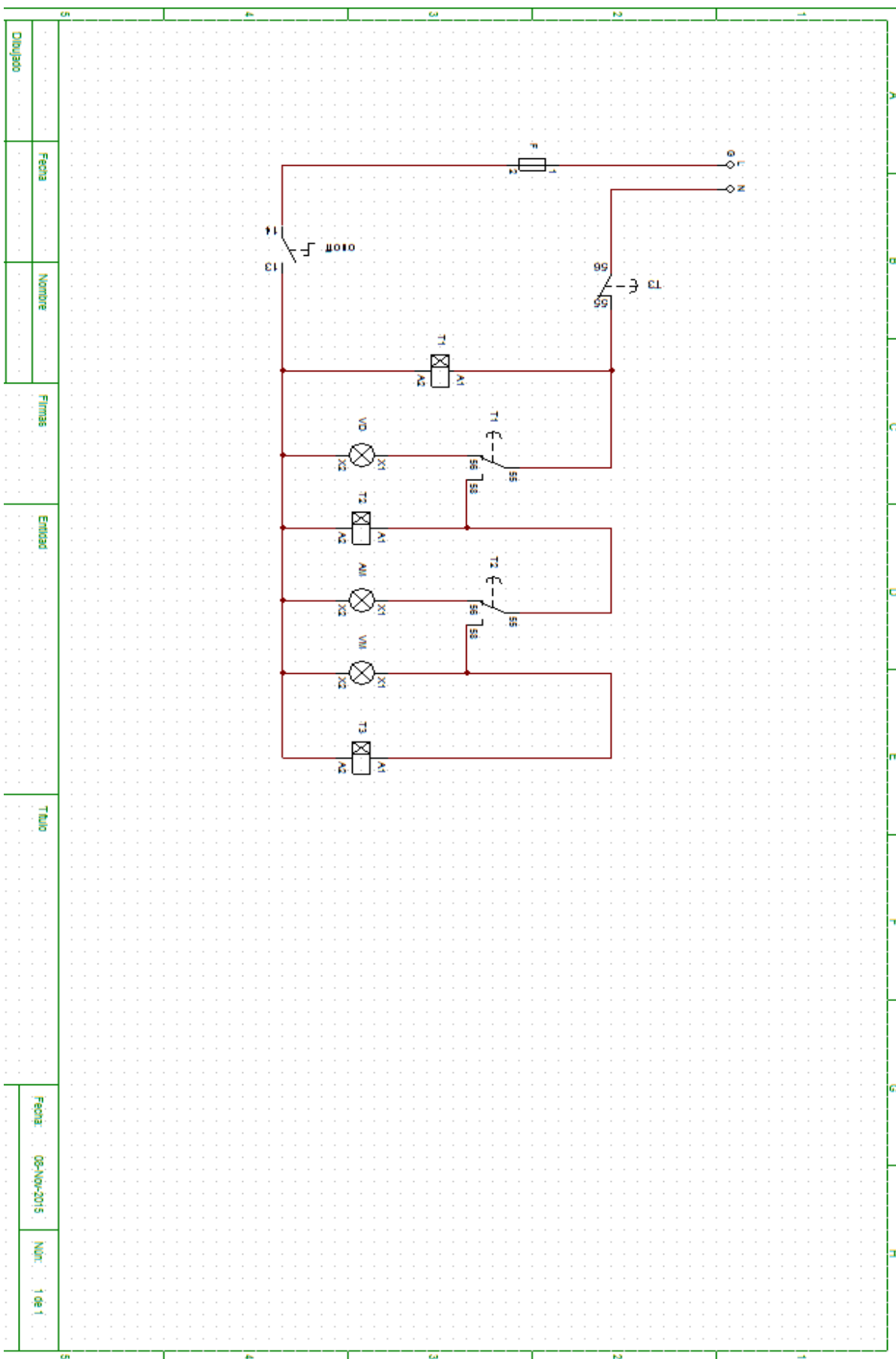


Projeto	Feira	Nome	Finis	Estado	Título	Feira	Nº
				Arco Moscoso Castro Rêgo	Pantufa com Y-D automática Reversão automática	10-09-2015	1 08 1



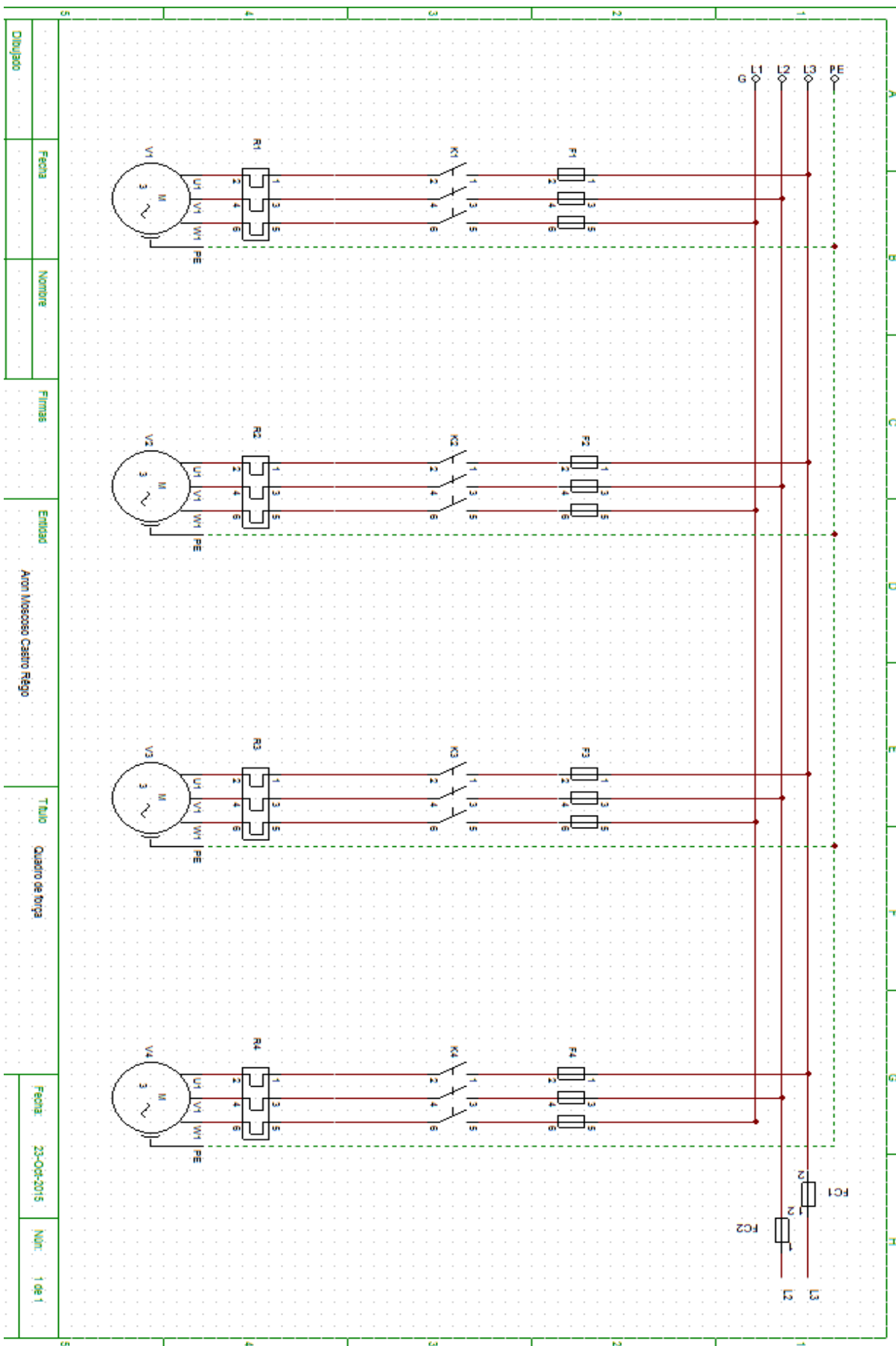
Projeto	Feira	Nome	Finis	Estado	Título	Partida Y/D	Fecha	Núm.
				Atm Moscoso Castro Rêgo	Partida Y/D Manual / Automática Reversão com proteção		10-09-2015	1 de 1

ANEXO C

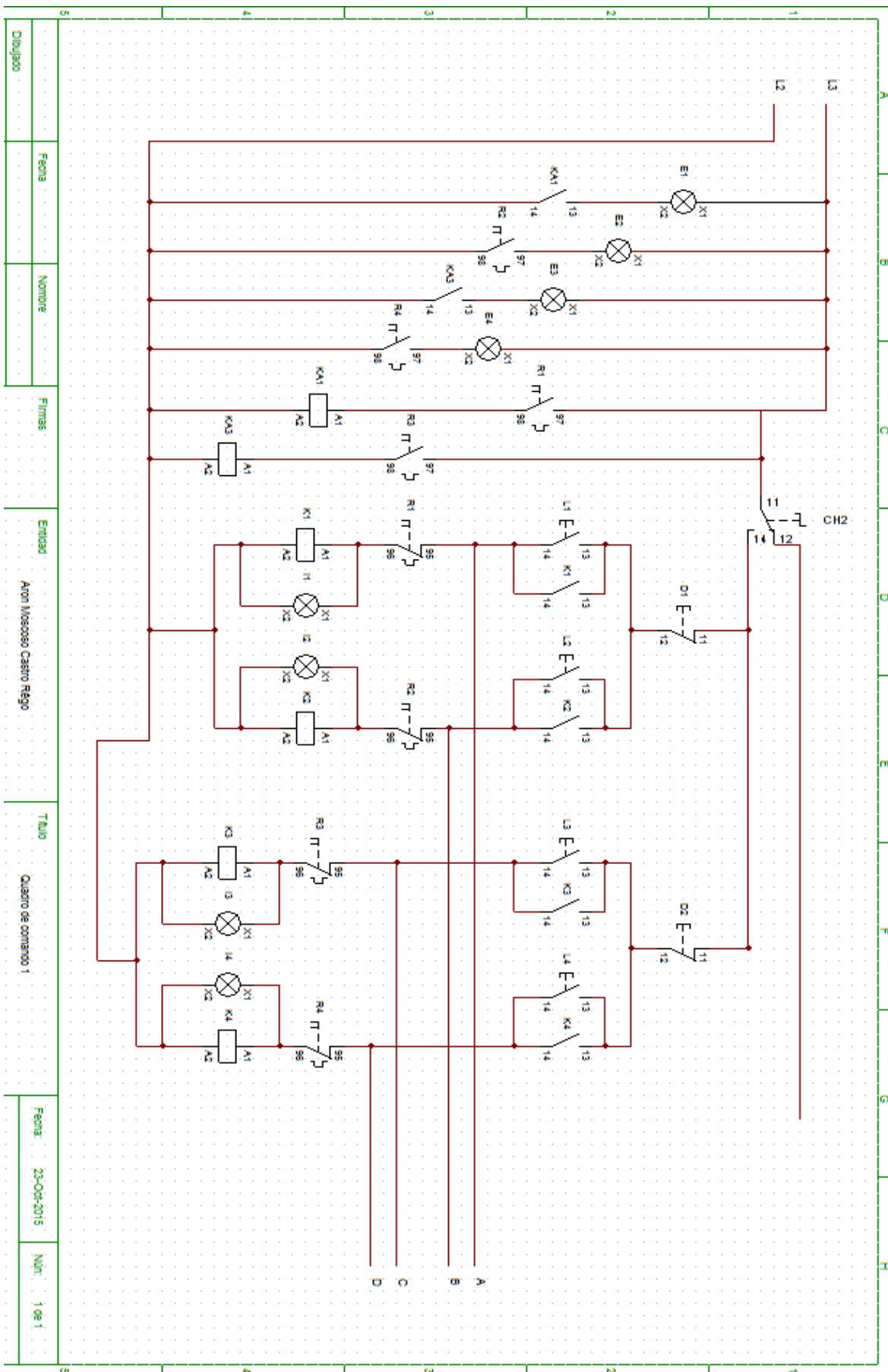


Objeto	Fecha	Nombre	Firmas	Edición	Título	Fecha	Núm.
						08-Nov-2015	Núm. 1 de 1

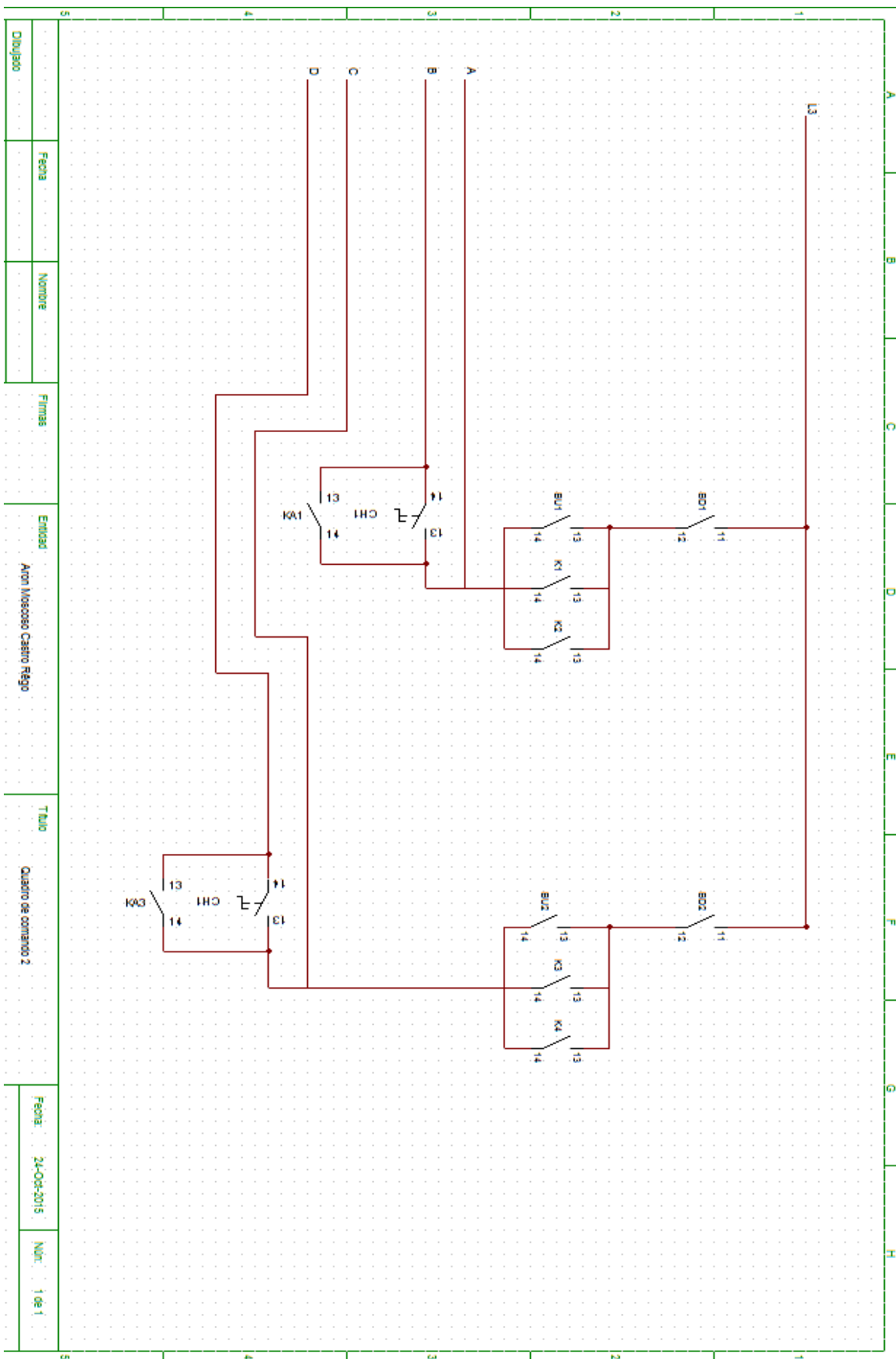
ANEXO D



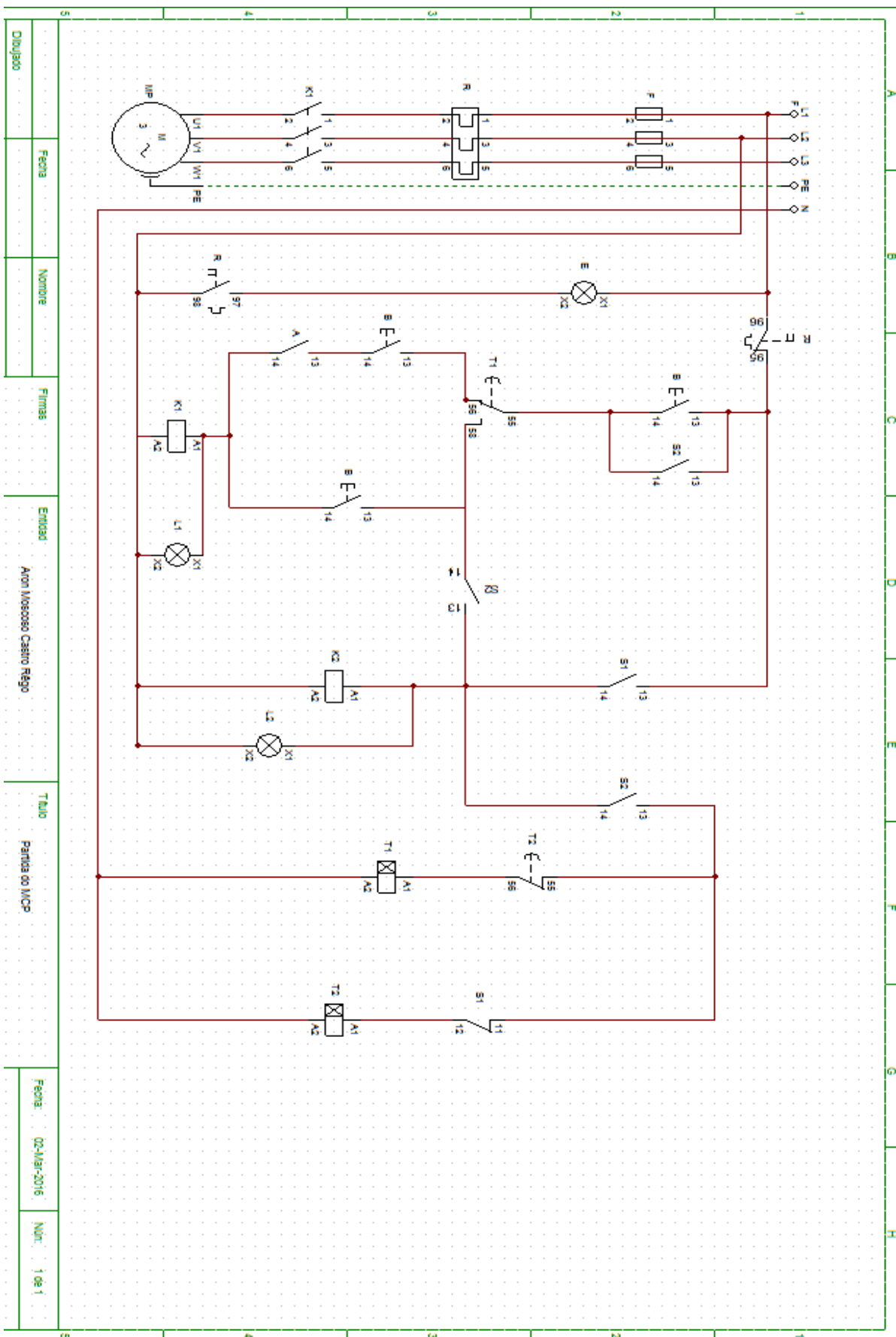
Projeto	Fecha	Nombre	Firmas	Entido	Tiempo	Fecha	Núm.
				Ayon Mossozo Casio Rêgo	Quatro de torça	23-Oct-2015	1 de 1



Projeto	Nome	Empres	Entidad	Titulo	Fecha	Nº
			Alon Moscoso Castro Rego	Quadro de comando 1	23-04-2015	1081

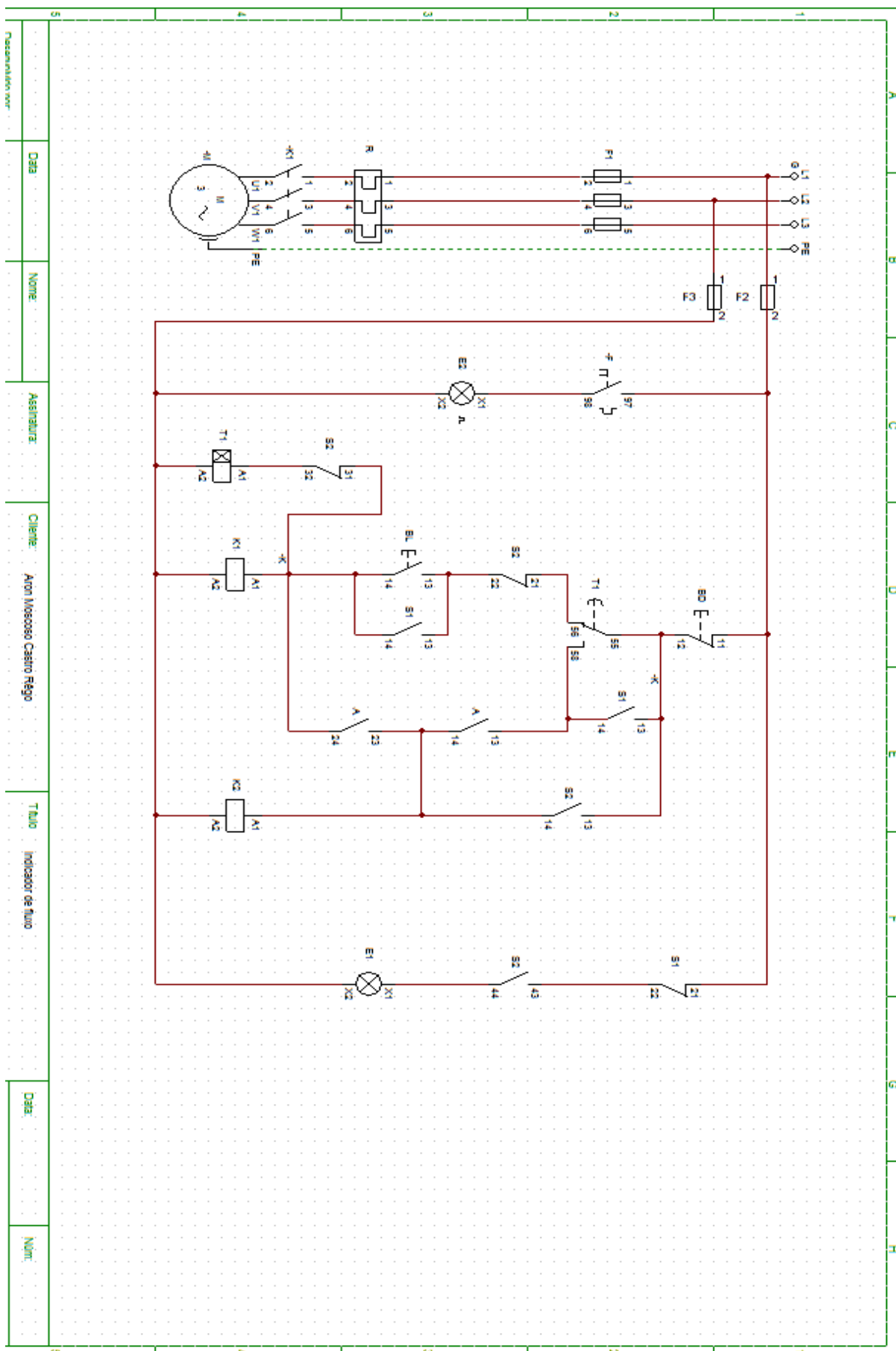


ANEXO E



Projeto	Fecha	Nombre	Firmas	Estado	Título	Partido do MCP	Fecha	Núm.
				Avion Moscoso Castro Rêgo			02-Mar-2016	1 de 1

ANEXO F



Clasificación: VVV...

Fecha:

Nombre:

Asignatura:

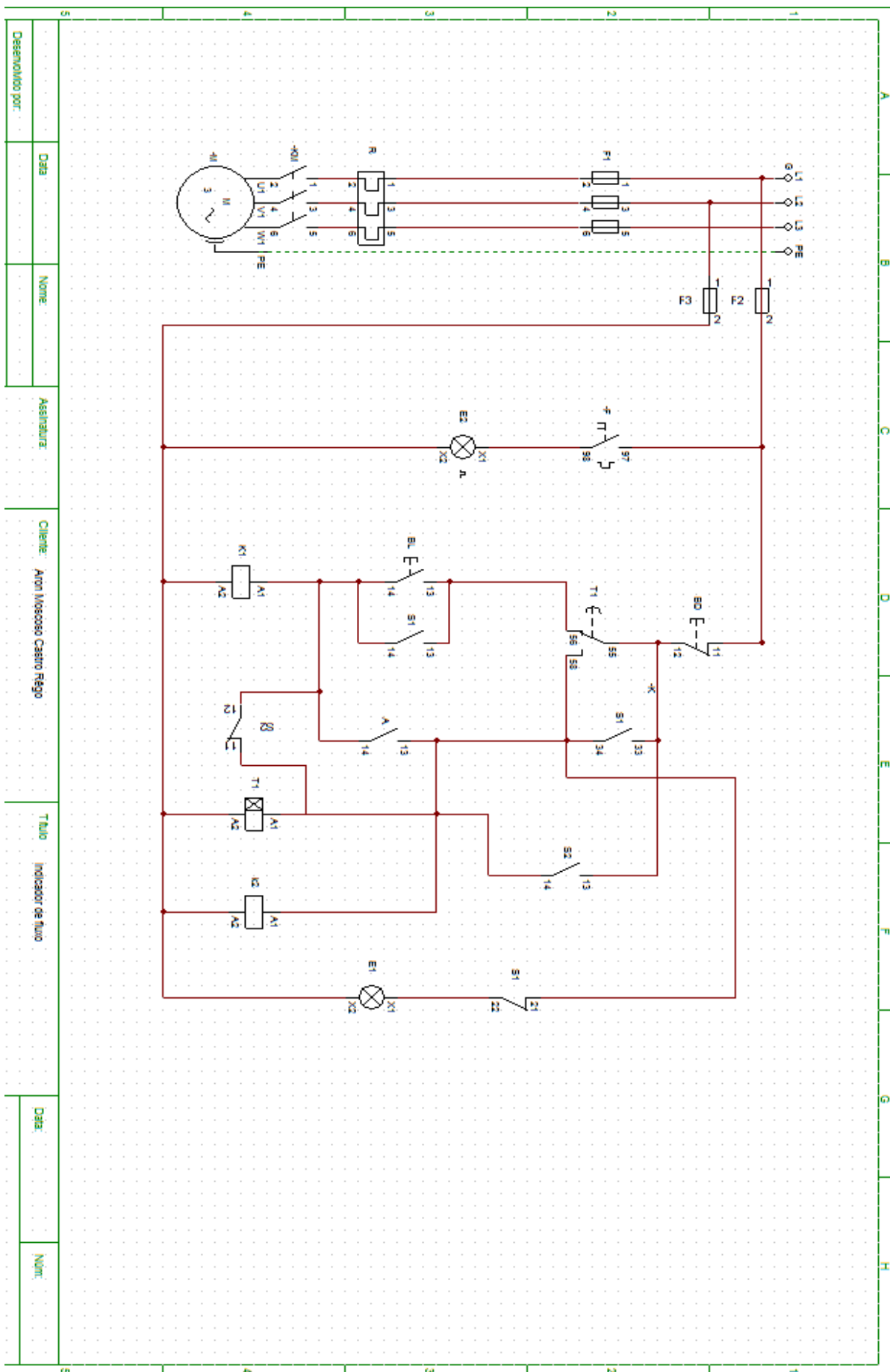
Cliente: Aton Moscoso Castro Rágo

Título:

Indicador de título:

Fecha:

Nombre:



Desenhou por:	DATA:	Nome:	Assinatura:	Cliente: Aton Mesozo Castro Negro	Título: Indicador de fuso	DATA:	Núm:
---------------	-------	-------	-------------	-----------------------------------	---------------------------	-------	------