

Dispositivos de Comando

Princípios de automação de sistemas elétricos

Eletrotécnica Geral

Depto. de Engenharia de Energia e Automação Elétricas
Escola Politécnica da USP

20 de janeiro de 2017

Automação de sistemas

Introdução

- A automação consiste no uso de sistemas e de tecnologias de informação para reduzir a utilização de mão de obra na produção de bens e serviços;
- No escopo da industrialização, a automação é um passo avante à mecanização;
- A mecanização consiste na substituição da mão de obra humana e/ou animal pelo uso de dispositivos mecânicos.

Automação de sistemas

Mecanização x Automação

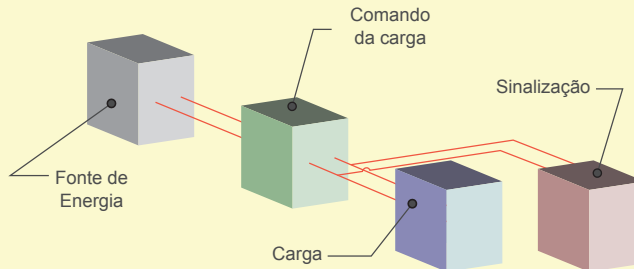
- A tabela a seguir apresenta uma comparação simples entre o conceito de mecanização e o conceito de automação;
- Vale ressaltar que nos processos automatizados, há sempre um operador que supervisiona o sistema de automação.

Ação	Mecanização	Automação
Operação	O operador acompanha e realiza parte do processo	O sistema realiza e controla o processo
Escopo	Não há repasse das atividades intelectuais para o sistema	Parte das atividades intelectuais é repassada ao sistema
Qualidade	É de responsabilidade do operador	O sistema calcula a atividade corretiva mais apropriada

Automação de sistemas

Rudimentos de automação

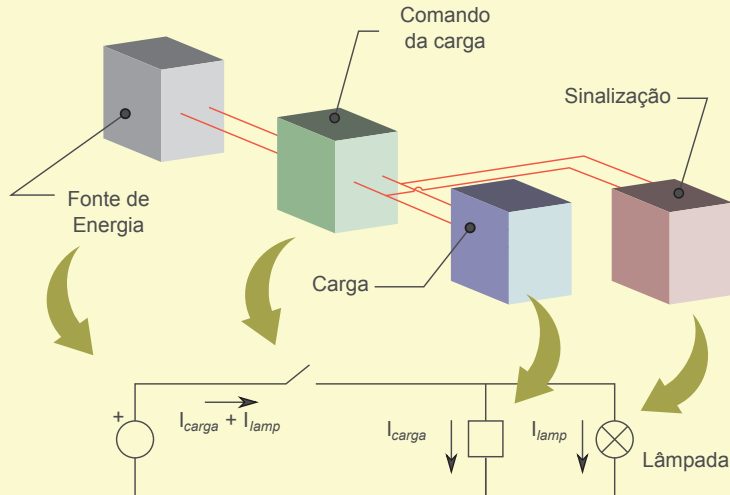
- Atualmente, a fonte primária de energia da grande maioria dos sistemas produtivos industriais utiliza é a energia elétrica;
- A figura ilustra rudimentos de um sistema de automação, de forma genérica.



Automação de sistemas

Rudimentos de automação

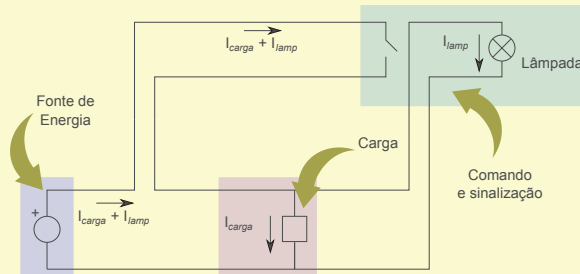
Acionamento e sinalização



Acionamento e sinalização

É possível efetuar o acionamento à distância?

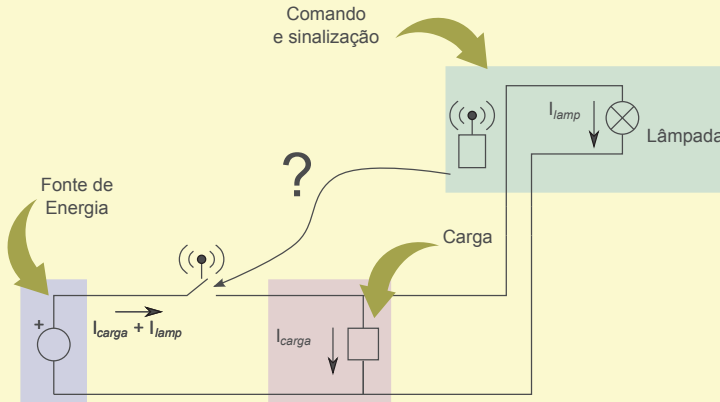
- Uma das formas que poderia ser empregada para o acionamento a distância está ilustrada na figura;
- No entanto, essa forma possui desvantagens (longos circuitos para acionamento, confiabilidade, manutenção, etc.).



Acionamento à distância

Chaves comandadas à distância?

- Uma das formas de solucionar as desvantagens da abordagem anterior, é dotar as chaves de acionamento à distância



Aspectos construtivos

Contator (Chave magnética)

Aspectos construtivos

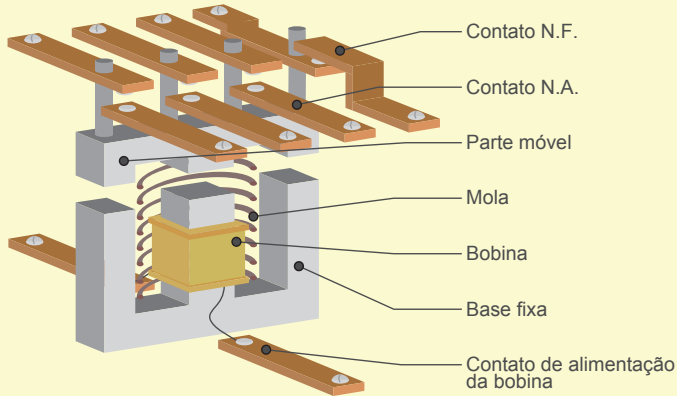
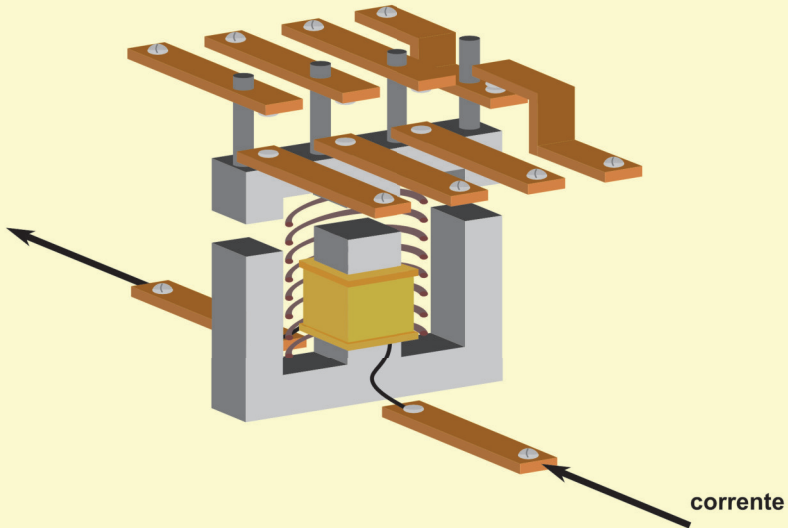


Diagrama e princípio de funcionamento

Chave magnética

Princípio de funcionamento



Circuitos elétricos

Tipos de circuitos

- Quando a automação é efetuada por meio de contatores, usualmente dividem-se os circuitos elétricos em:
 - Fontes: responsáveis pela alimentação da carga e, normalmente, são monofásicas ou trifásicas;
 - Cargas: dispositivos elétricos utilizados nas instalações e, normalmente, são monofásicas ou trifásicas;
 - Comando: responsáveis pela alimentação das cargas, a partir das fontes existentes;
 - Sinalização: dispositivos que indicam o estado de operação das cargas e, normalmente são lâmpadas de sinalização, alarmes, etc.

Circuitos elétricos

Tipos de circuitos

- Os elementos de comando e sinalização normalmente consomem potência bastante reduzida, quando comparados com as cargas;

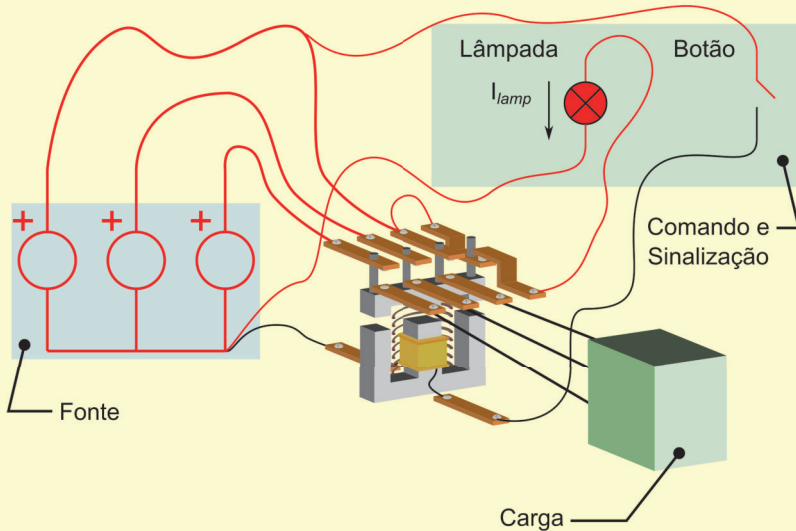
Ação	Sistema	Potência
Fonte	monofásica e/ou trifásica	elevada
Comando	monofásico	baixa
Sinalização	monofásico	baixa

- Os contatos que conectam a fonte à carga são denominados contatos principais, os demais são denominados contatos auxiliares.

Acionamento de cargas

Chave magnética

Acionamento de cargas



Diagramas esquemáticos

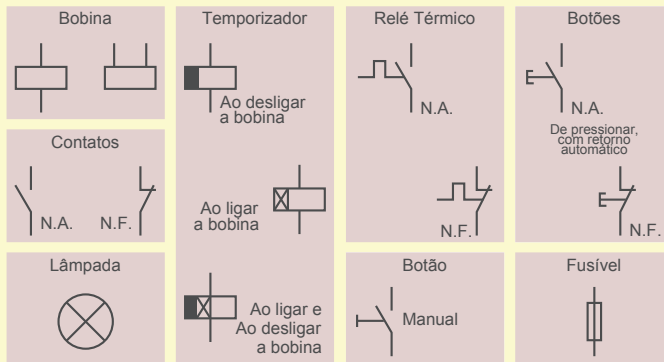
Normatização

- As normas empregadas para a representação dos elementos de automação são:
 - IEC 60617:2001 - Graphical Symbols for Diagrams (International Electrotechnical Commission);
 - IEEE Std 315-1975 (Reaffirmed 1993) - Standard Reference Designations for Electrical and Electronics Parts and Equipments;
 - ABNT 12523:1992 - Símbolos gráficos de equipamentos de manobra e controle e de dispositivos de proteção (Cancelada em 08/11/2012 e provavelmente substituída pela IEC60617).

Normatização

Diagramas esquemáticos

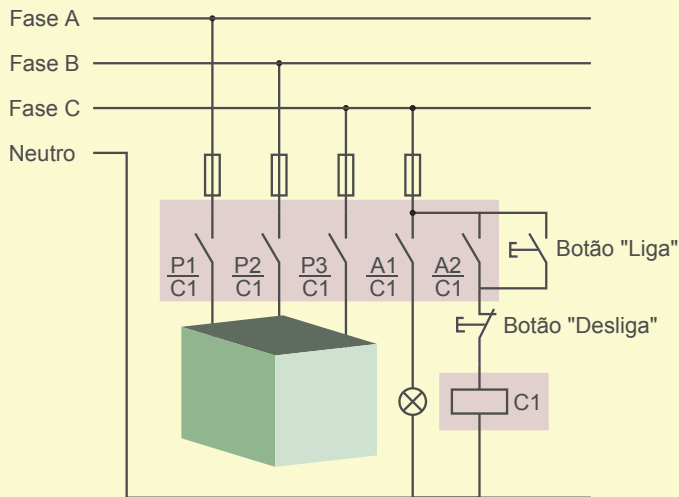
IEC60617:2001 - Graphical Symbols for Diagrams



Normatização

Diagramas esquemáticos

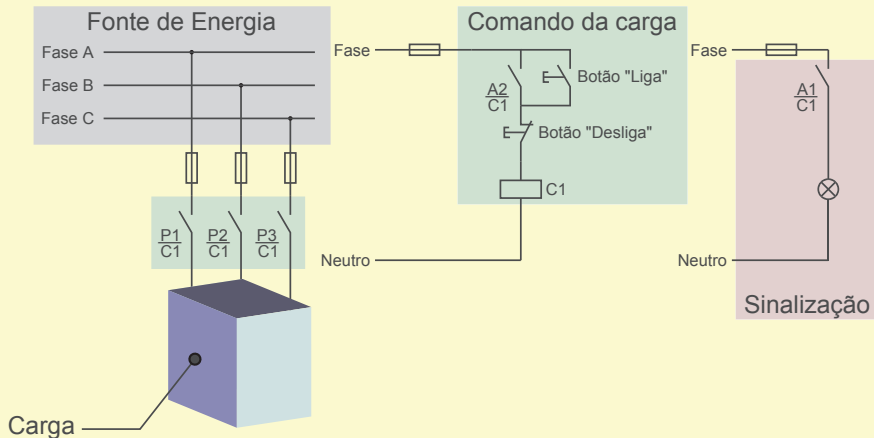
Exemplo de aplicação



Normatização

Separação entre circuitos

Potência, comando e sinalização



Dispositivo de proteção térmica

Aspectos construtivos

- O dispositivo de proteção térmica é um elemento, que é conectado em série com os contatos principais do contator;
- Além disso, esse elemento possui um contato normalmente fechado, que é conectado em série com a bobina do contator;
- Quando o dispositivo de proteção térmica percebe a presença de sobrecorrente, seu contato série abre, desenergizando a bobina do contator;

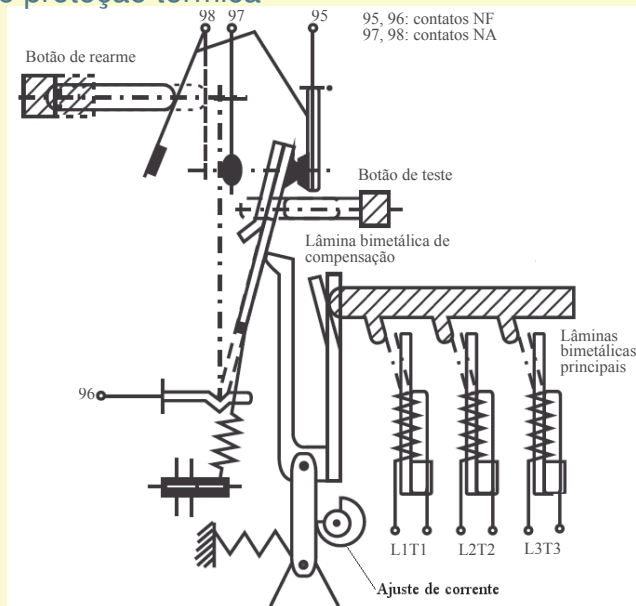
Dispositivo de proteção térmica

Aspectos construtivos

- O dispositivo convencional determina a presença de sobrecorrente por meio de pares bimetálicos que se aquecem quando da passagem de corrente acima da nominal;
- Normalmente não é possível religar esse dispositivo instantaneamente, nem remotamente.

Proteção térmica

Dispositivo de proteção térmica



Adaptado da revista O Setor Elétrico, outubro de 2009

Elos fusíveis

Definições

- Elos fusíveis são dispositivos de proteção constituídos por elemento condutor, de composição especial, dimensionado de modo a fundir com intensidade de corrente especificada;
- O processo de fusão ocorre em um intervalo de tempo bem determinado;
- O calor para a fusão provém da corrente que o atravessa, por efeito Joule;
- Os tipos de fusíveis mais comuns, utilizados em instalações elétricas de baixa tensão, são: tipo rosca; cartucho (faca ou virola); diazed; e NH, que possui alta capacidade disruptiva.

Elos fusíveis

Tipo rosca

- A figura a seguir ilustra um fusível do tipo rosca.



<http://hifusi.com.br>

Elos fusíveis

Fusível cartucho do tipo virola

- A figura a seguir ilustra um fusível cartucho do tipo virola.



<http://hifusi.com.br>

Elos fusíveis

Fusível cartucho do tipo faca

- A figura a seguir ilustra um fusível cartucho do tipo faca.



<http://hifusi.com.br>

Elos fusíveis

Tipo diazed

- A figura a seguir ilustra um fusível do tipo diazed.



<http://portuguese.alibaba.com>

Elos fusíveis

Tipo NH

- A figura a seguir ilustra um fusível do tipo NH, que possui alta capacidade disruptiva.

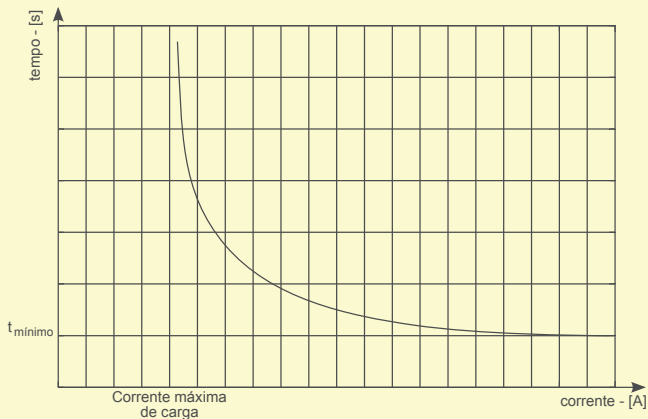


<http://www.eletricapaulista.com.br/>

Característica de operação dos fusíveis

Curva “Tempo vs. Corrente”

- A curva “Tempo vs. Corrente”, ilustrada na figura, descreve o comportamento genérico de um dispositivo de proteção do tipo fusível.



Disjuntores

Definições

- Disjuntores de baixa tensão (*quicklags*) são dispositivos do tipo *no fuse*, pois interrompem o circuito pela abertura de uma chave;
- Possuem dois elementos que “percebem” a ocorrência de sobrecorrente devido à sobrecarga ou curto-circuito:
 - Elemento térmico: responsável pela detecção de eventos de sobrecarga de longa duração;
 - Elemento magnético: responsável pela detecção de eventos de curto-circuito.
- Além desses elementos, os disjuntores possuem uma chave e uma câmara de extinção do arco elétrico que se forma durante a abertura da chave.

Aspectos construtivos

Arranjo típico

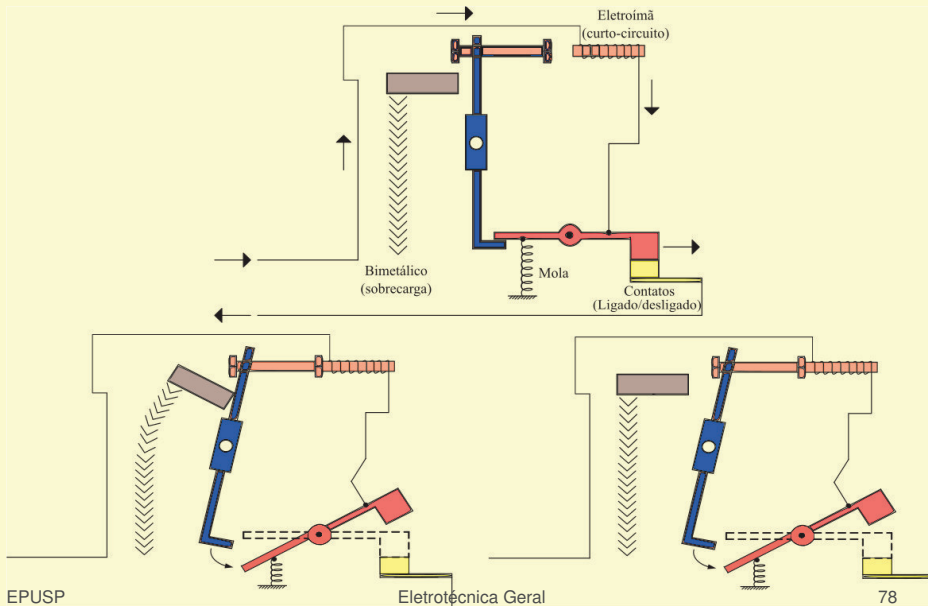
- A figura ilustra o arranjo de um disjuntor de baixa tensão.



<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Circuitbreaker.jpg>

Ilustração das atuações térmica e magnética

"Manual de instalações elétricas", Julio Niskier



Portão de garagem

Exemplo de aplicação

Portão de garagem

- Deve-se comandar um motor para abertura e fechamento de um portão de garagem, a partir de quatro pontos distintos e considerando a seguinte lógica de funcionamento;
- Quando o portão estiver fechado e houver um acionamento para a sua abertura, ele deve abrir totalmente e o motor deve desligar quando isso ocorrer;
- Da mesma forma, quando o portão estiver aberto e houver um acionamento para o seu fechamento, ele deve fechar totalmente e o motor deve desligar quando isso ocorrer;

Portão de garagem

Exemplo de aplicação

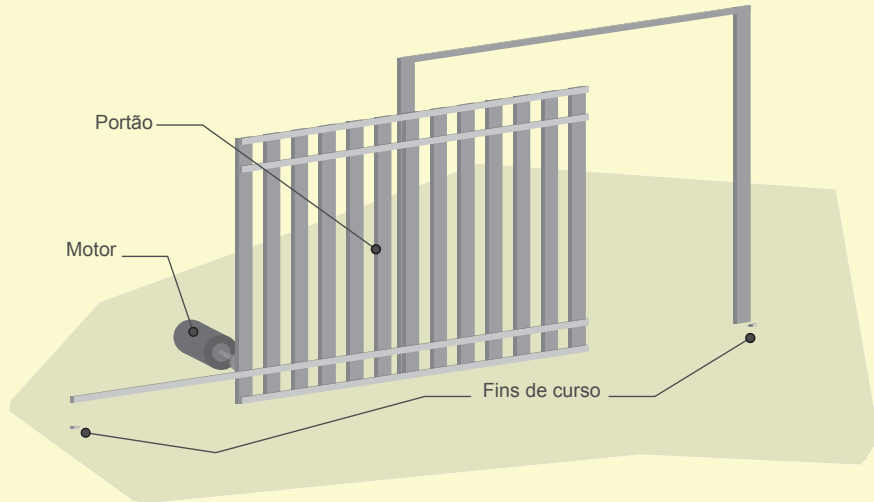
Portão de garagem

- Quando a porta estiver abrindo, deve acender uma luz verde nos pontos de comando;
- Quando a porta estiver fechando deve acender uma luz amarela nos pontos de comando;
- Caso haja atuação do elemento térmico e o motor desligar, deve acender uma luz vermelha nos pontos de comando.

Portão de garagem

Exemplo de aplicação

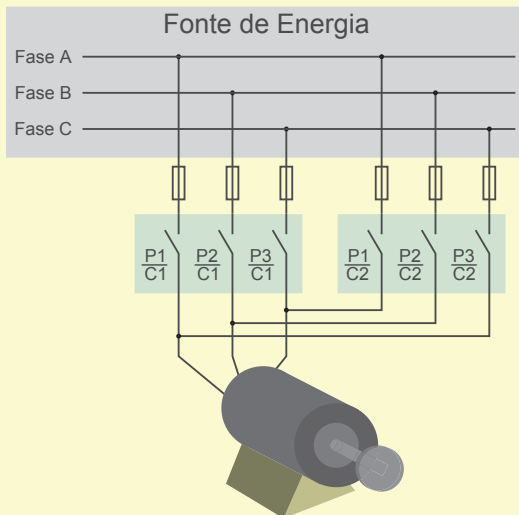
Portão de garagem



Portão de garagem

Portão de garagem

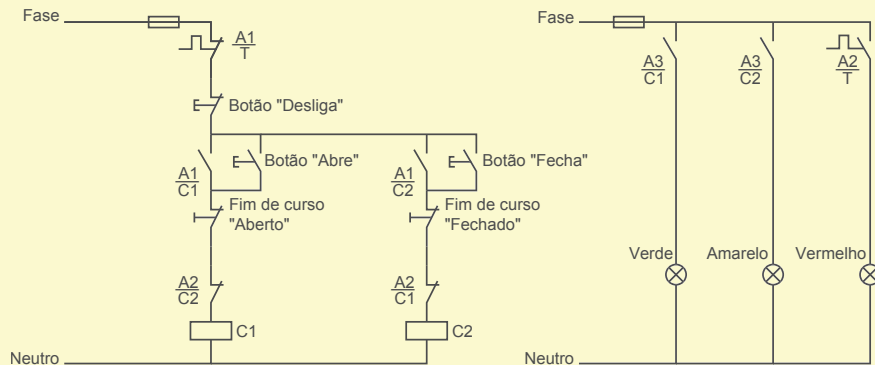
Circuito de força



Portão de garagem

Portão de garagem

Circuitos de sinalização e comando



Exemplos adicionais

- Circuito 1: Acionamento de um motor M, de acordo com as seguintes especificações:
 - O motor deve ser energizado 5 segundos após a energização de uma resistência R;
 - A resistência deve ser acionada por um botão e desligada por outro botão;
 - A resistência deve ser desligada automaticamente em caso de sobrecarga;
 - Deverá haver quatro sinalizações:
 - Resistência e motor desligados;
 - Resistência ligada;
 - Motor desligado;
 - Sobrecarga na resistência.

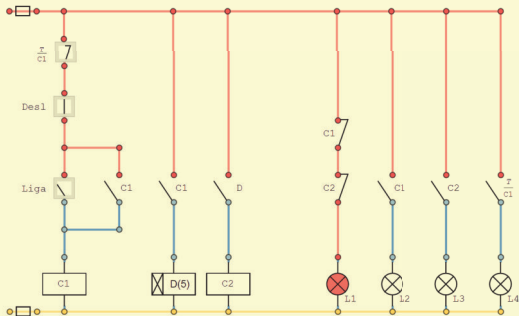
Circuito 1

Circuito 2

Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

Final



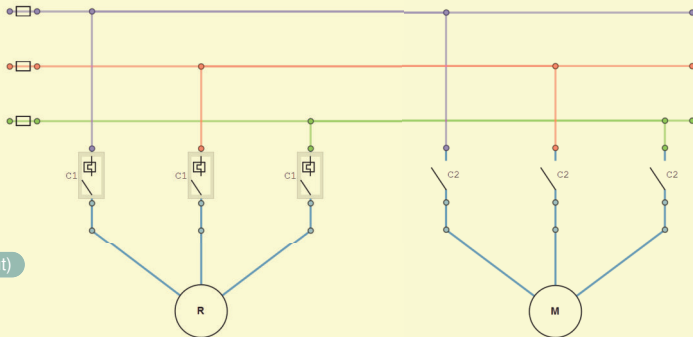
Circuito 1

Circuito 2

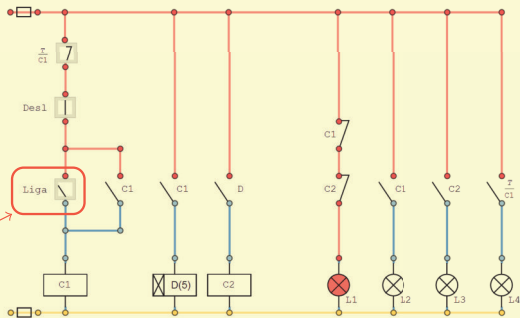
Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

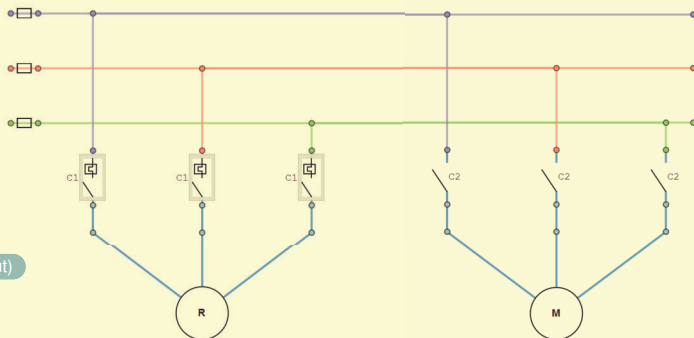
Final

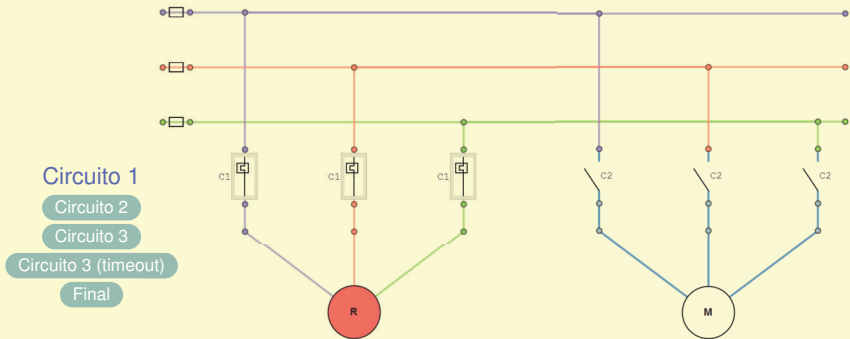
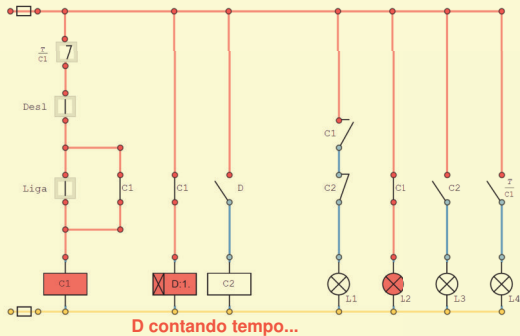


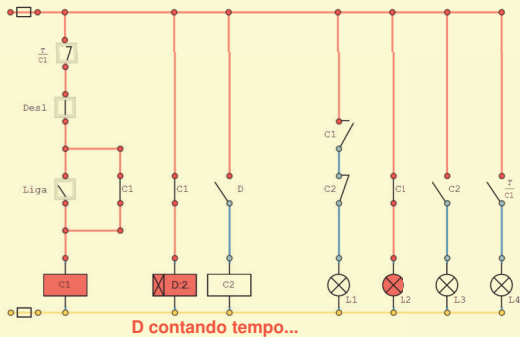
Liga
resistência



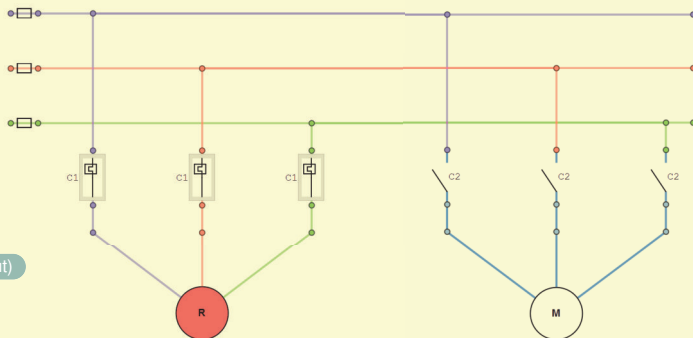
- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 3 (timeout)
- Final

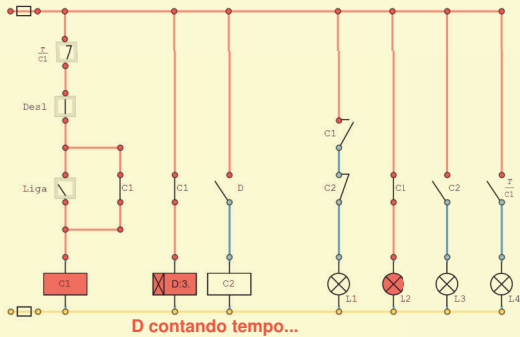






- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 3 (timeout)
- Final





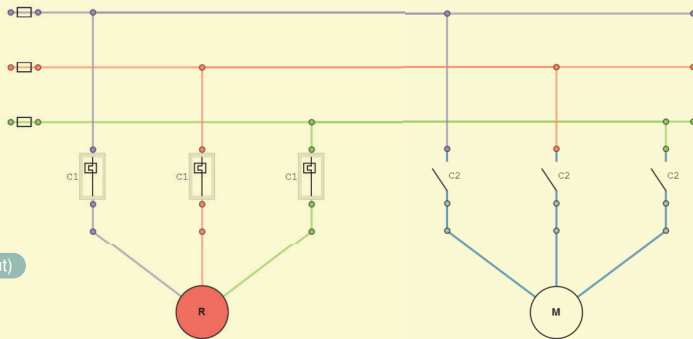
Circuito 1

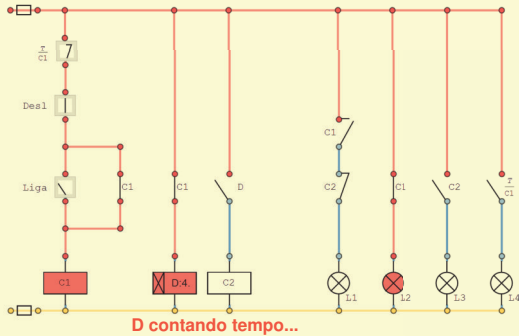
Circuito 2

Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

Final





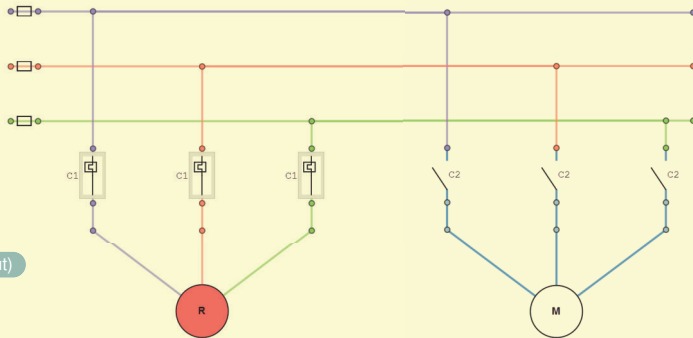
Circuito 1

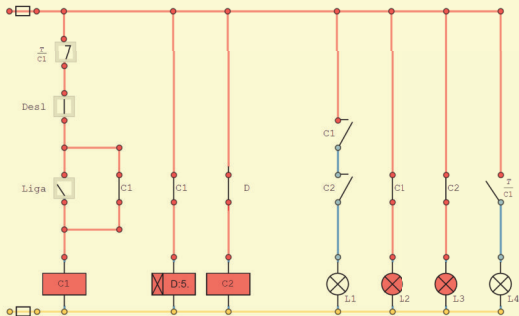
Circuito 2

Circuito 3

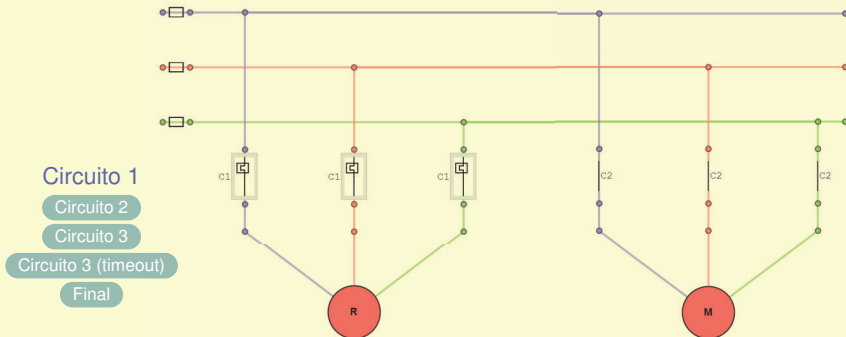
Circuito 3 (timeout)

Final





O contato NA de D energiza a bobina C2, cujos contatos energizam o motor M.



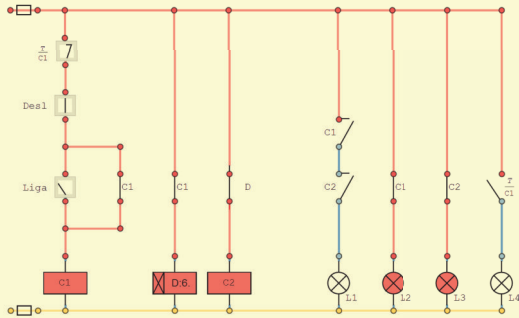
Circuito 1

Circuito 2

Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

Final



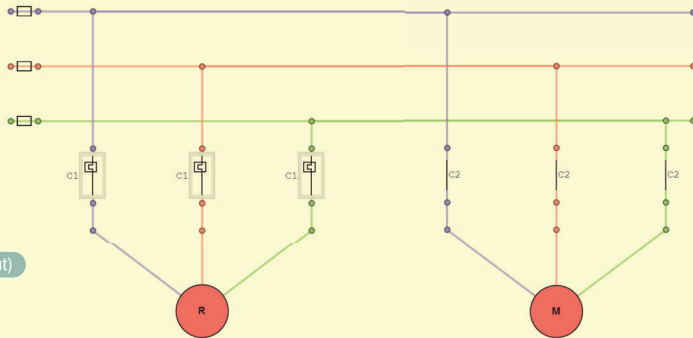
Circuito 1

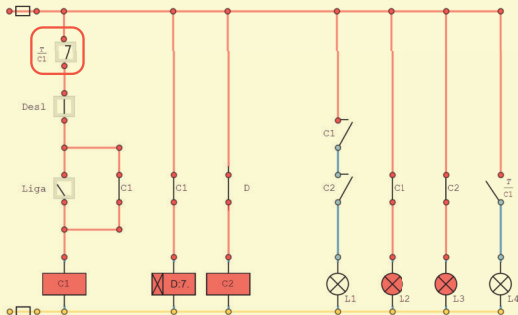
Circuito 2

Circuito 3

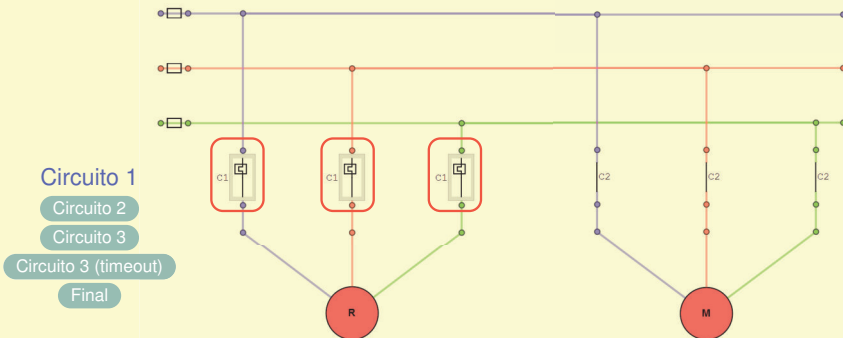
Circuito 3 (timeout)

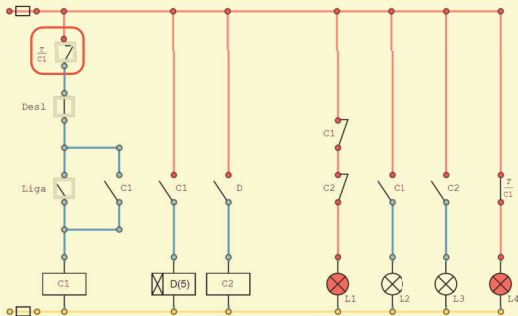
Final



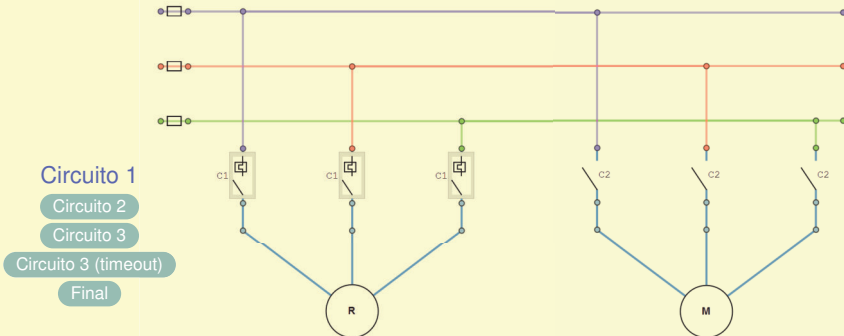


Caso haja sobrecarga detectada pelos elementos térmicos, o contato NF do térmico se movimenta.





Enquanto o contato NF não for normalizado (com o rearme local do térmico), não será possível ligar a resistência.



Circuito 1

Circuito 2

Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

Final

- Circuito 2: Acionamento de dois motores M1 e M2, com proteção contra sobrecarga. M2 só pode ser acionado se M1 estiver em funcionamento. Porém, após M2 estar em funcionamento, M1 pode ser desligado sem causar o desligamento de M2.
- Sinalizações:
 - S1: M1 e M2 em funcionamento;
 - S2: Apenas um dos dois motores em funcionamento;
 - S3: Sobrecarga em M1 ou M2.

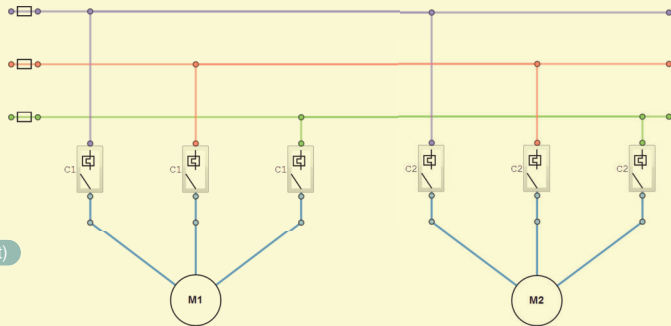
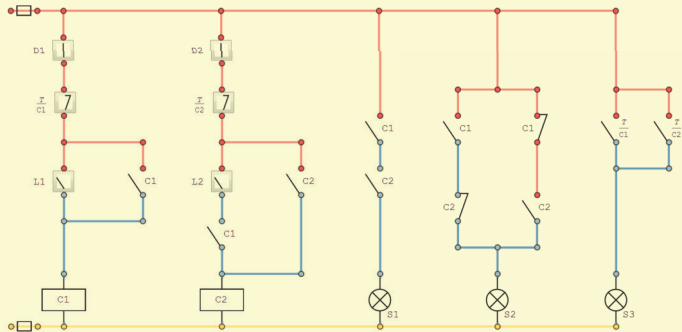
Circuito 1

Circuito 2

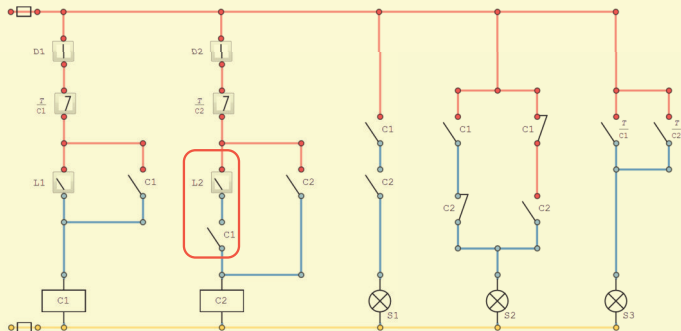
Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

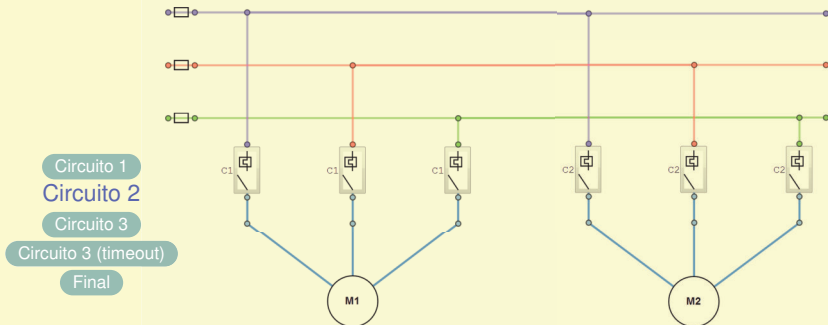
Final

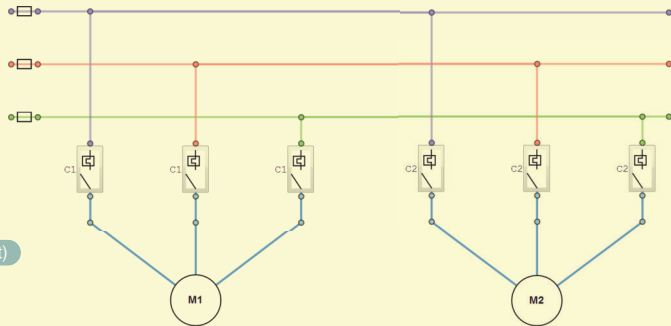
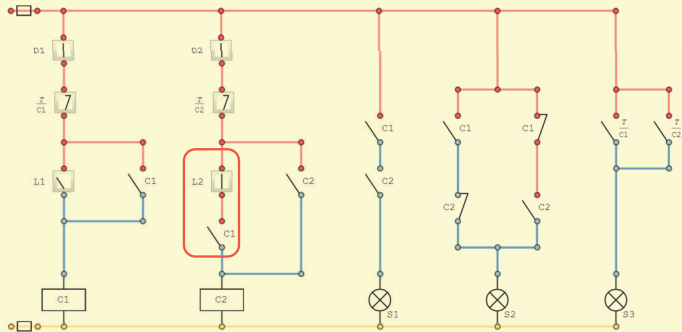


- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 3 (timeout)
- Final

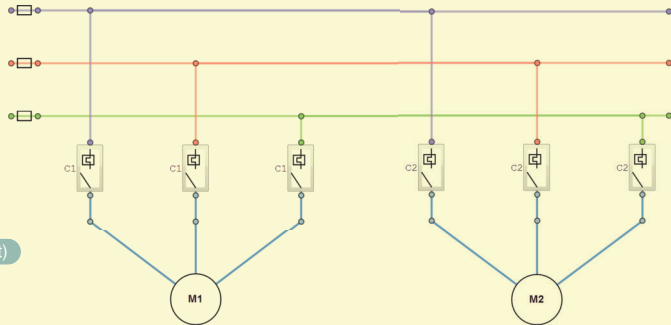
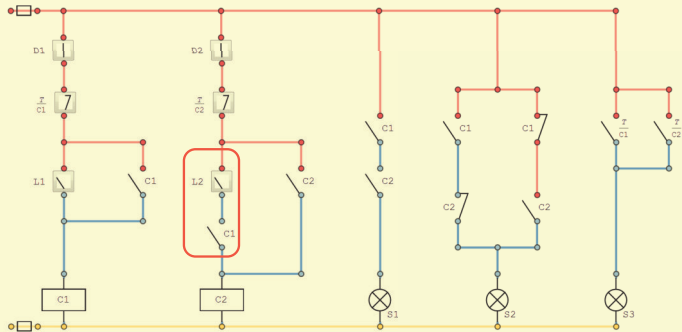


Não se consegue partir o motor M2 se o motor M1 estiver desligado.

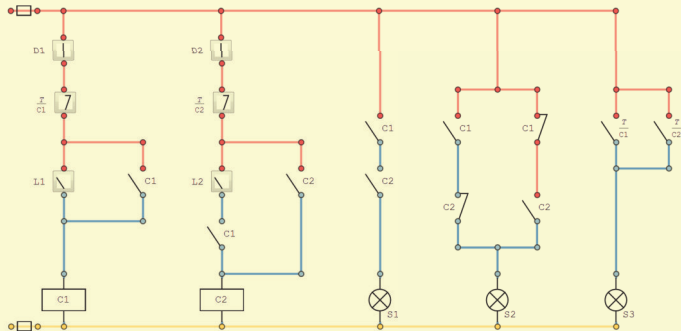




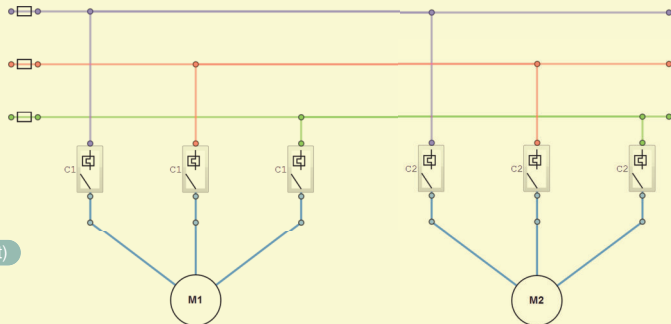
- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 3 (timeout)
- Final



- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 3 (timeout)
- Final



O primeiro motor a ser partido é o M1.



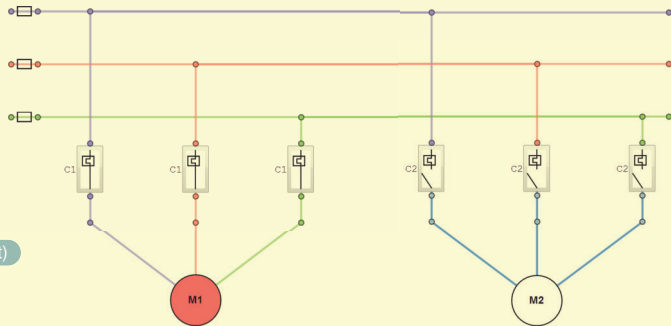
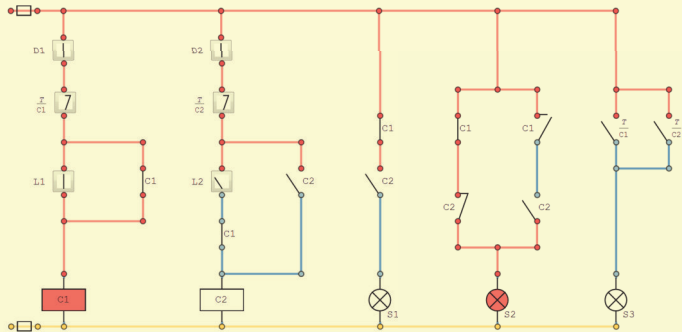
Circuito 1

Circuito 2

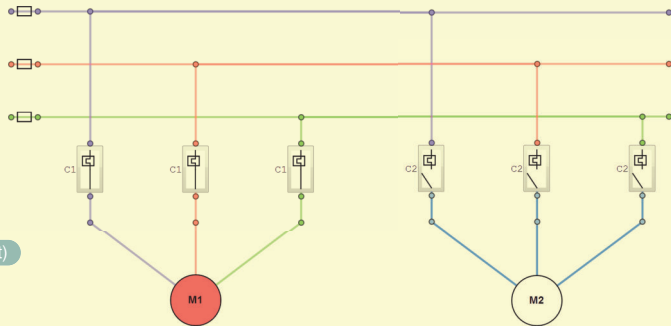
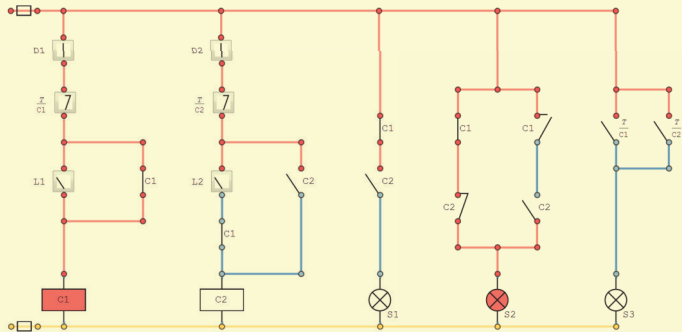
Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

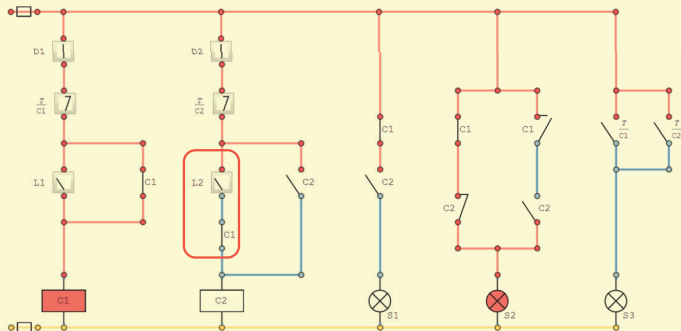
Final



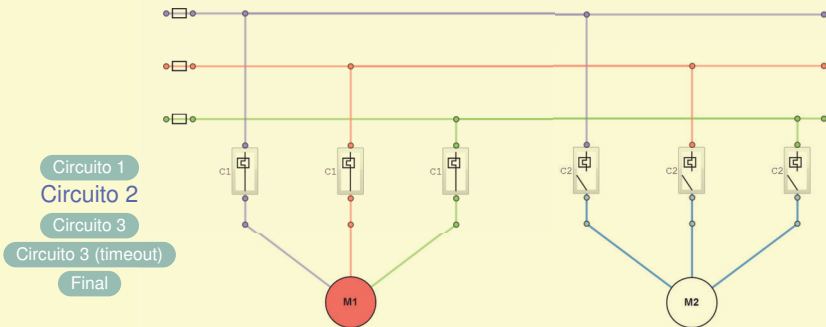
- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 3 (timeout)
- Final



- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 3 (timeout)
- Final



Após M1 em funcionamento, pode-se partir M2.



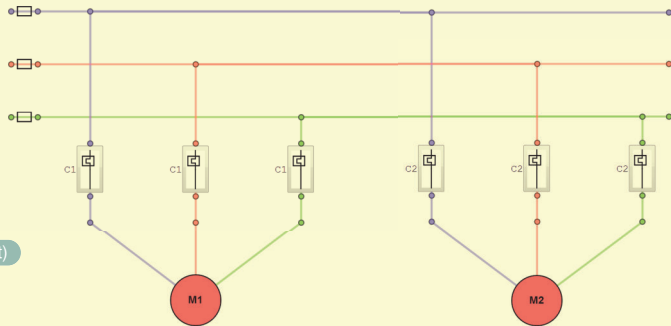
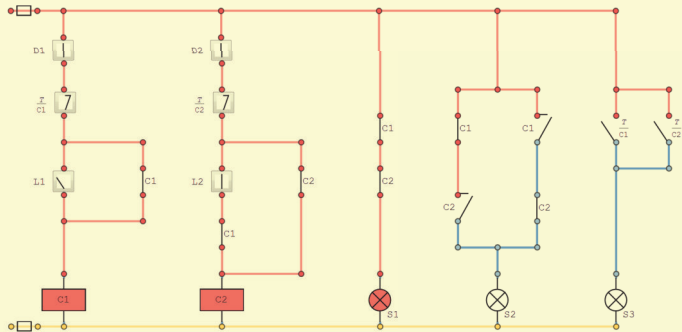
Circuito 1

Circuito 2

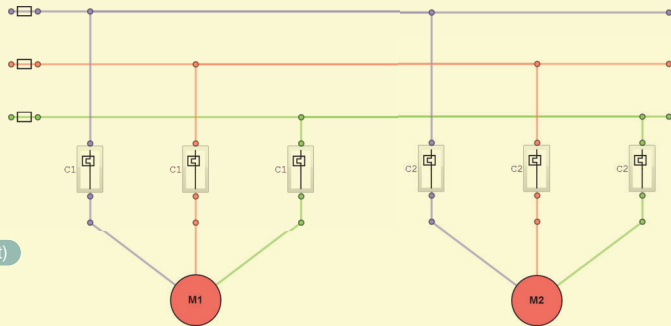
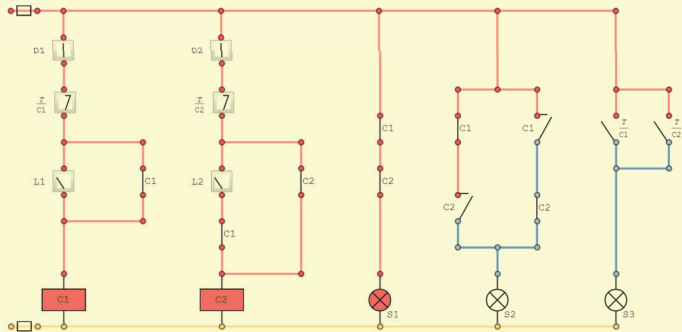
Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

Final



- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 3 (timeout)
- Final



- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 3 (timeout)
- Final

- Circuito 3: Acionamento de um motor M, de acordo com as seguintes especificações:
 - o motor só pode ser energizado se uma resistência R estiver em funcionamento;
 - após 5 segundos de funcionamento do motor, a resistência pode ser desligada;
 - para economizar energia, caso a resistência fique energizada por 10 segundos, sem que haja acionamento do motor, ela deve ser desligada automaticamente;
 - a resistência deve ser desligada automaticamente em caso de sobrecarga;
 - o motor deve ser desligado automaticamente em caso de sobrecarga;
 - sinalizações individuais de funcionamento e sobrecarga para resistência e motor.

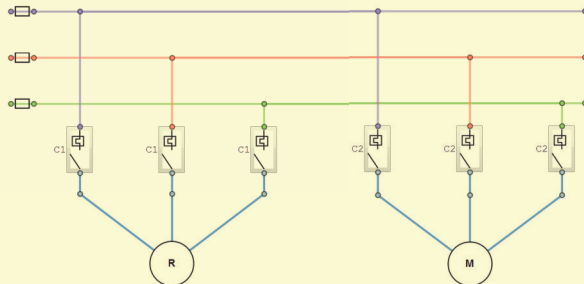
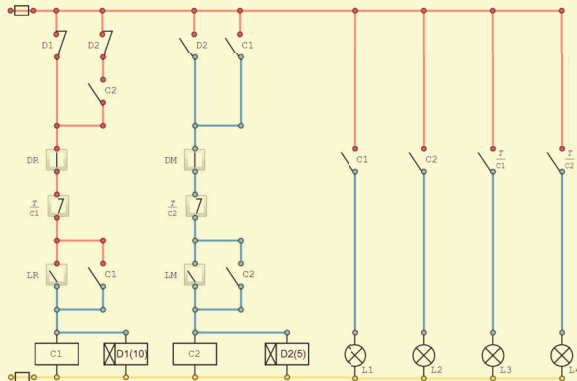
Circuito 1

Circuito 2

Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

Final



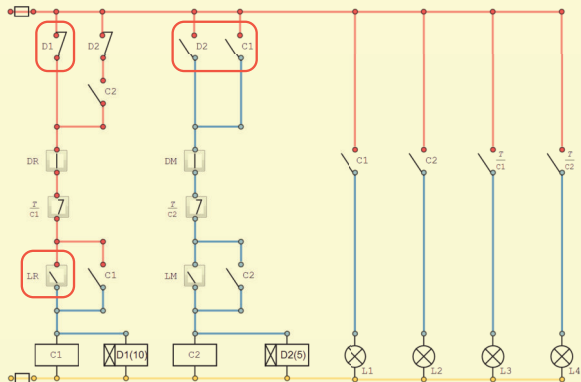
Circuito 1

Circuito 2

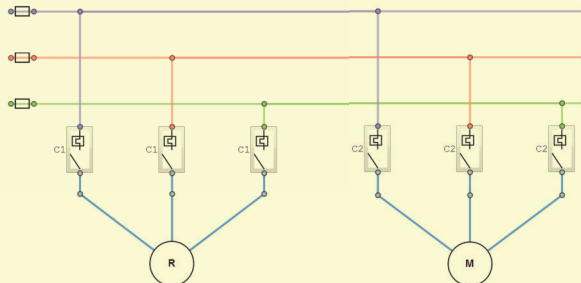
Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

Final



**A resistência R pode ser acionada nessa situação inicial.
O motor ainda não pode ser acionado.**



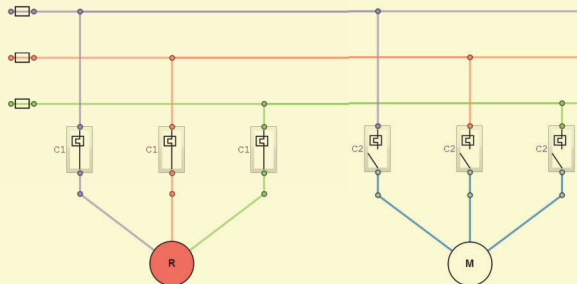
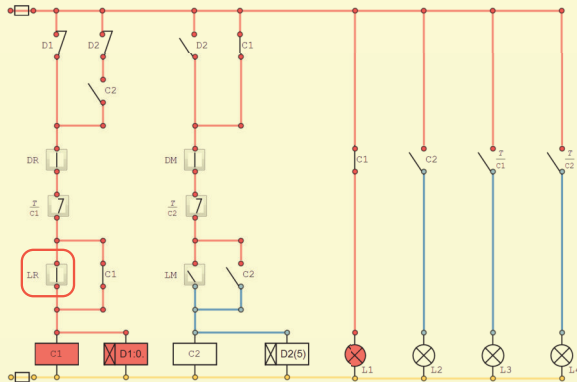
Circuito 1

Circuito 2

Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

Final



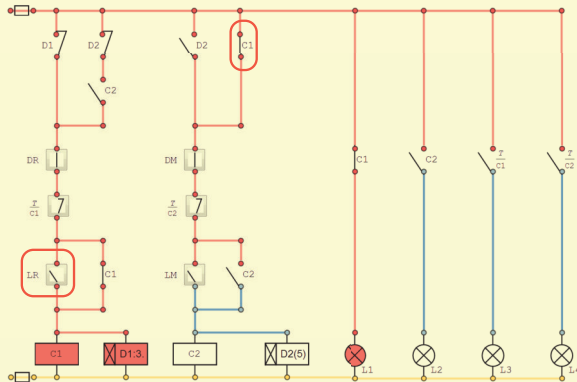
Circuito 1

Circuito 2

Circuito 3

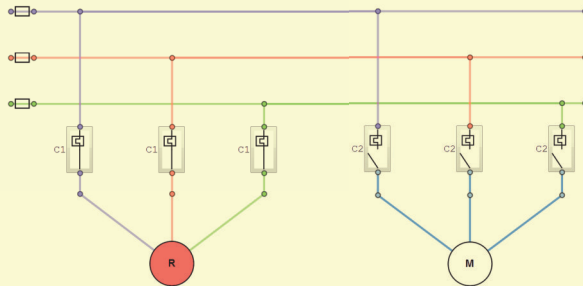
Circuito 3 (timeout)

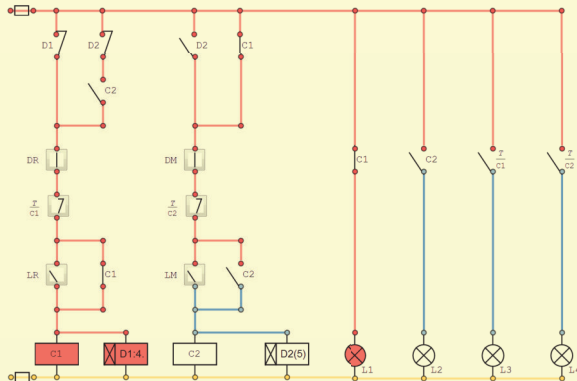
Final



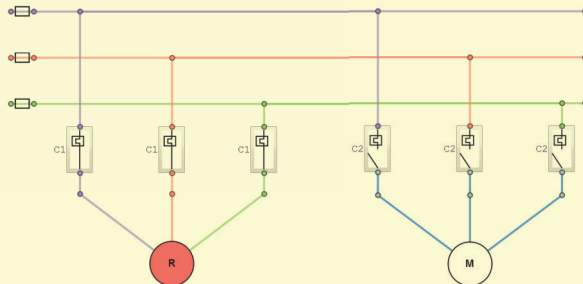
O acionamento do motor M pode acontecer enquanto R estiver energizada.

- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3**
- Circuito 3 (timeout)
- Final





D1 contando tempo...



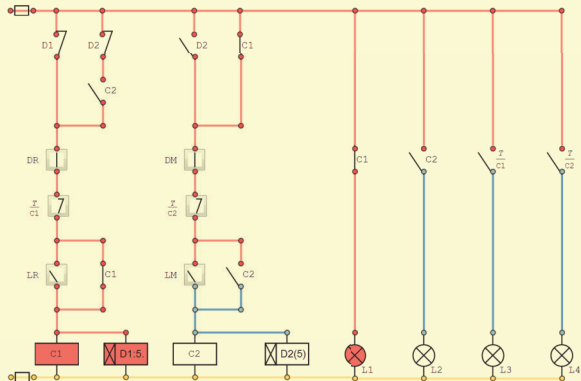
Circuito 1

Circuito 2

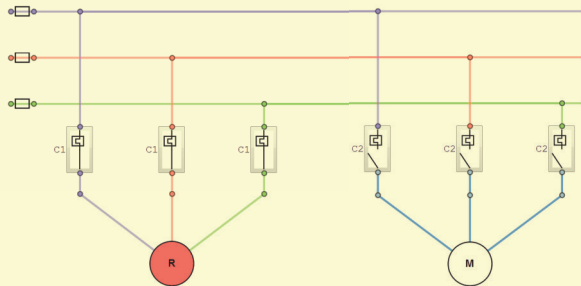
Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

Final



D1 contando tempo...



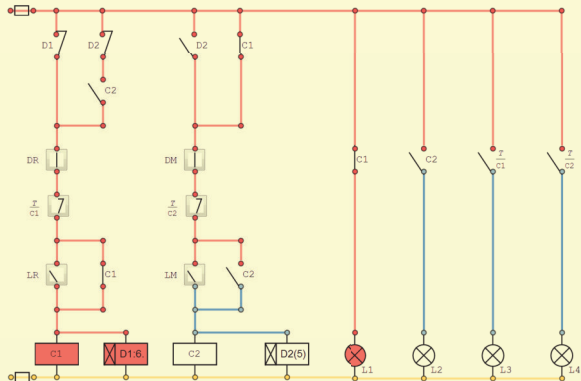
Circuito 1

Circuito 2

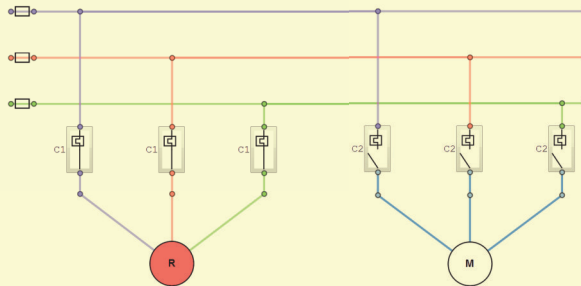
Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

Final



D1 contando tempo...



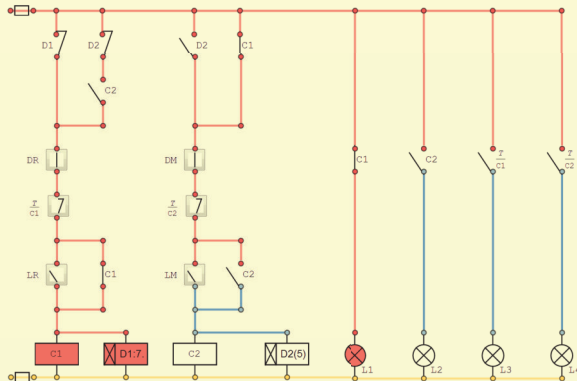
Circuito 1

Circuito 2

Circuito 3

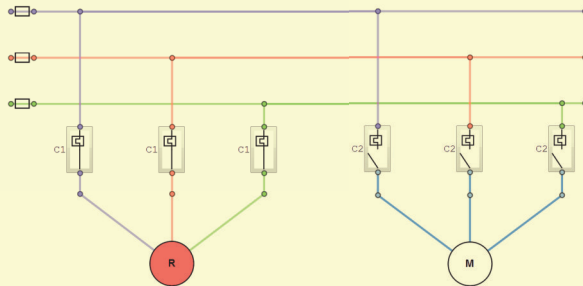
Circuito 3 (timeout)

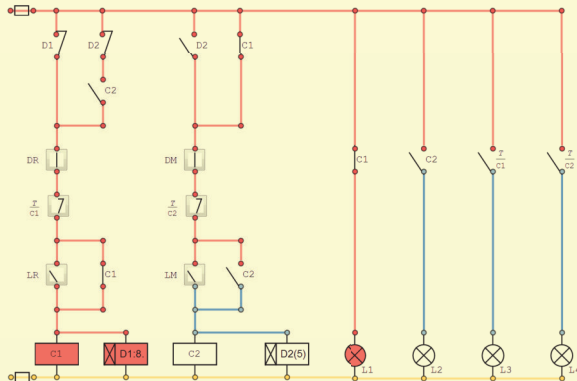
Final



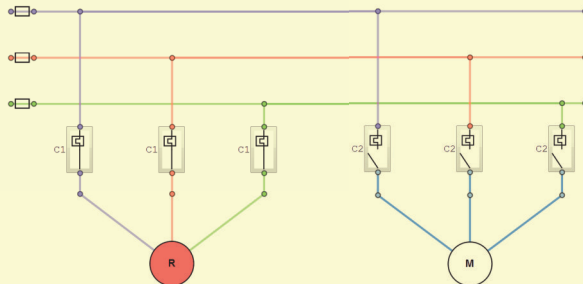
D1 contando tempo...

- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3**
- Circuito 3 (timeout)
- Final





D1 contando tempo...



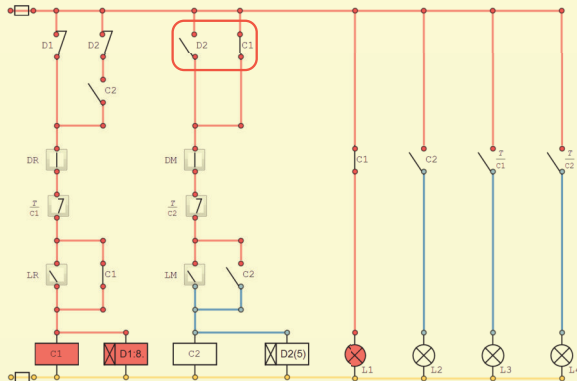
Circuito 1

Circuito 2

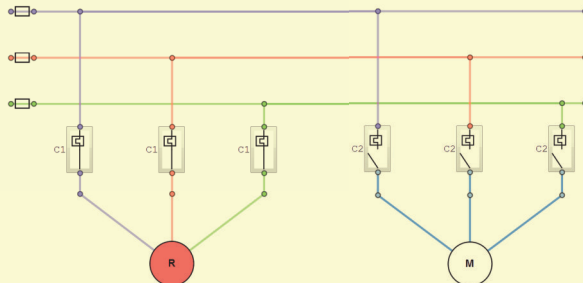
Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

Final



Enquanto R estiver ligada, M é ligado com sucesso.



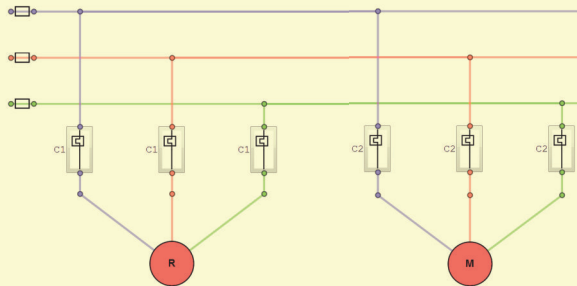
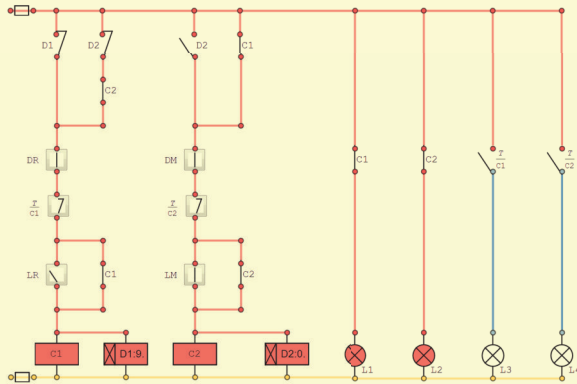
Circuito 1

Circuito 2

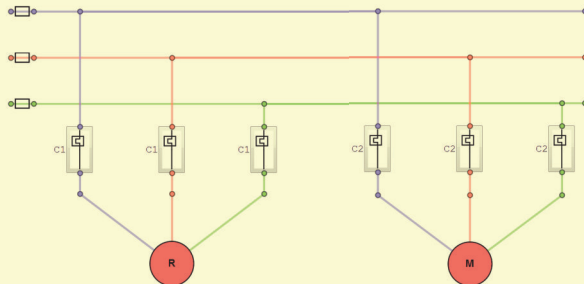
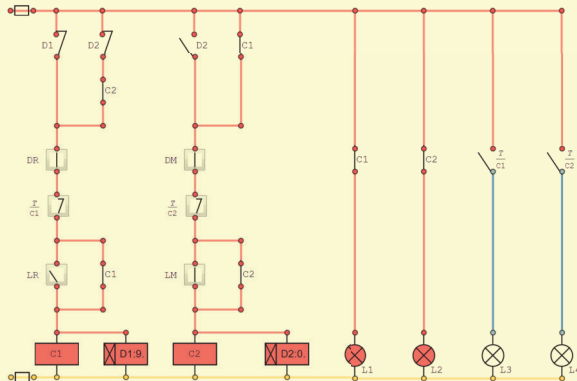
Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

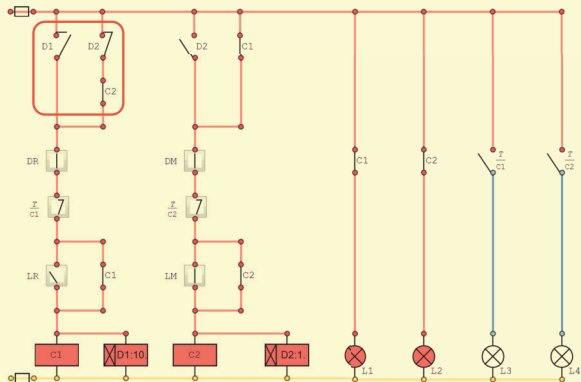
Final



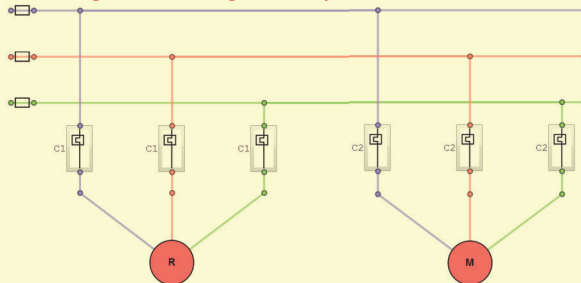
- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3**
- Circuito 3 (timeout)
- Final



- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3**
- Circuito 3 (timeout)
- Final



Após 10 segundos, o temporizador D1 abre seu contato NA. Porém, a resistência permanece ligada até a contagem de tempo de D2.



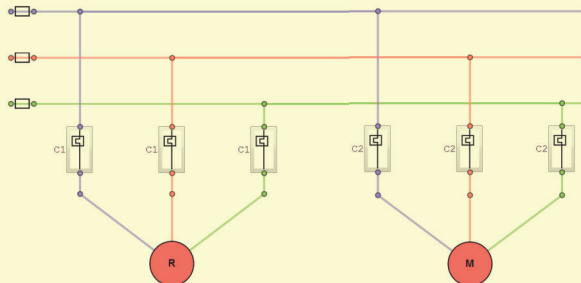
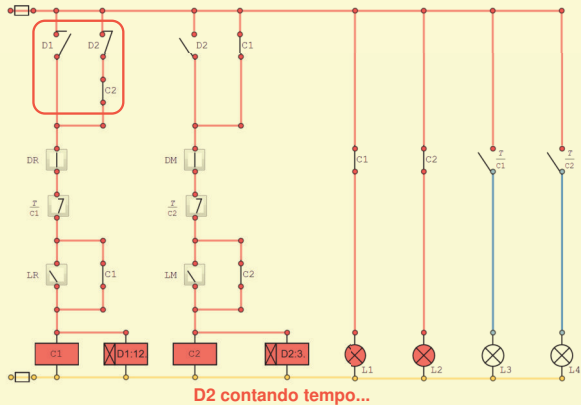
Circuito 1

Circuito 2

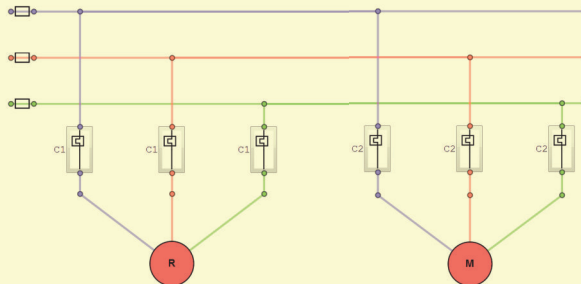
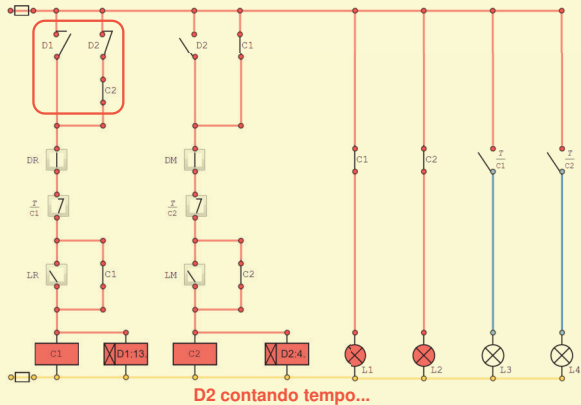
Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

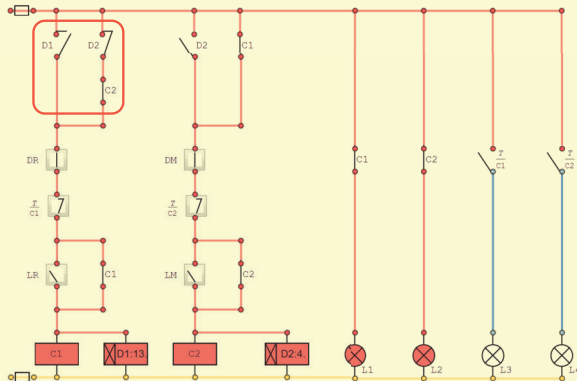
Final



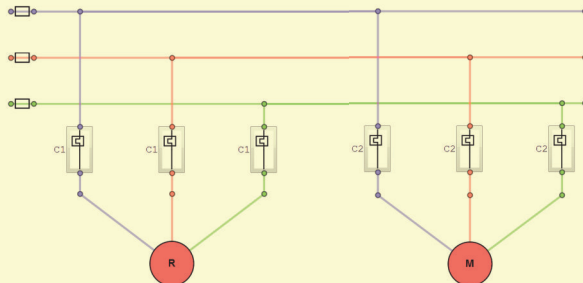
- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3**
- Circuito 3 (timeout)
- Final



- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3**
- Circuito 3 (timeout)
- Final



Após o motor M estar em funcionamento por 5 segundos, a resistência é desligada automaticamente.



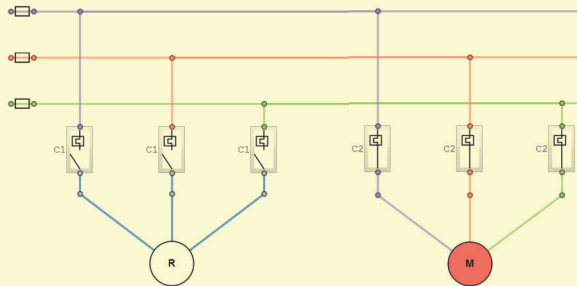
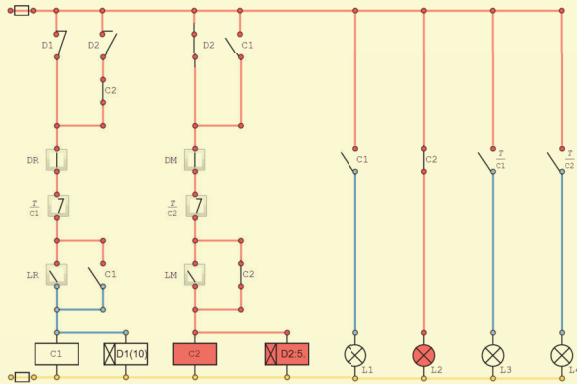
Circuito 1

Circuito 2

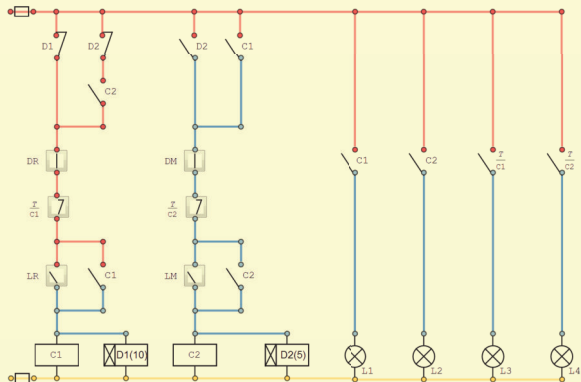
Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

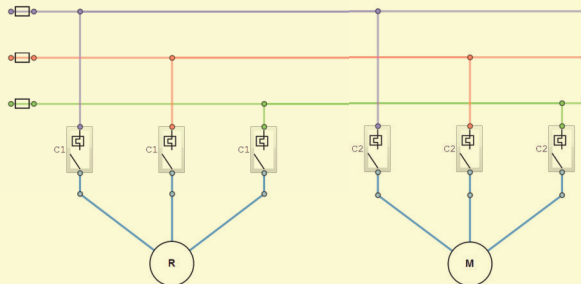
Final



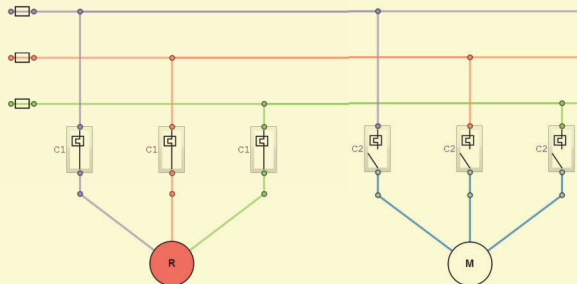
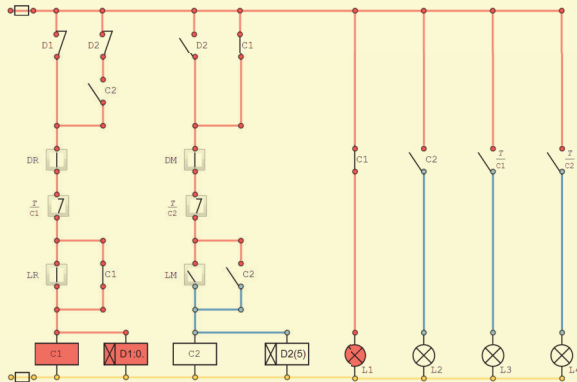
- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3**
- Circuito 3 (timeout)
- Final



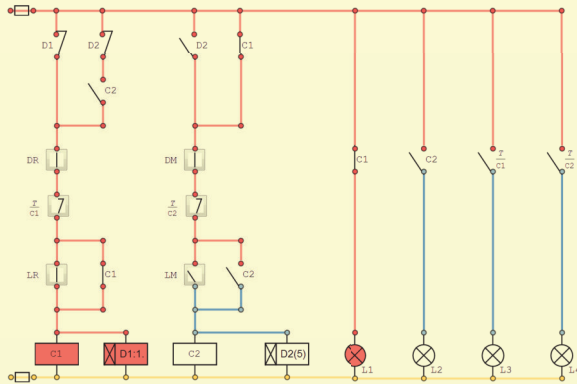
A seguir: verificação de desligamento de R após 10 segundos (timeout).



- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 3 (timeout)
- Final



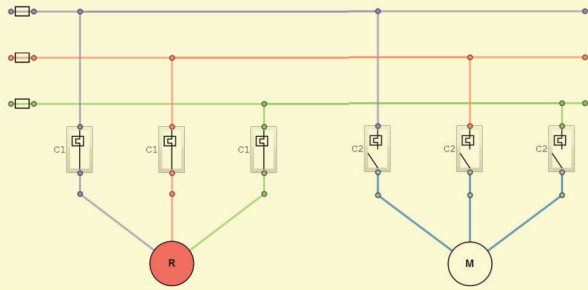
- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 3 (timeout)
- Final

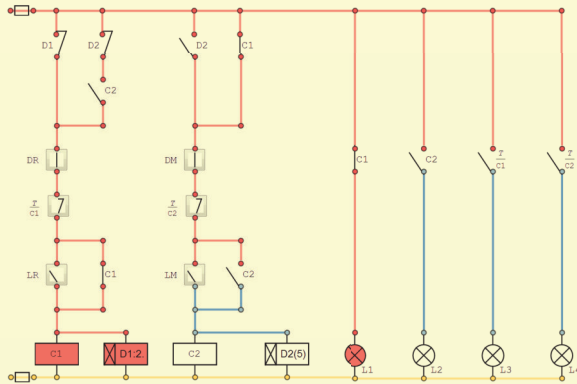


D1 contando tempo...

- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Final

Circuito 3 (timeout)

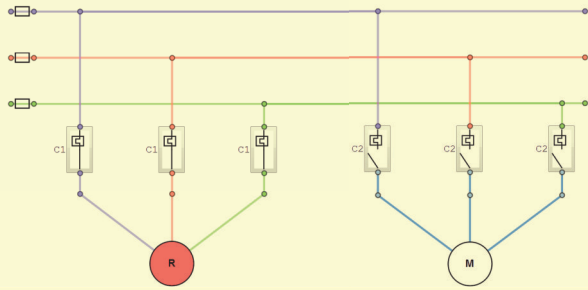


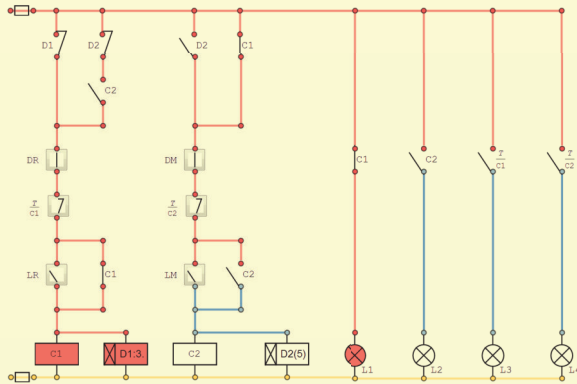


D1 contando tempo...

- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Final

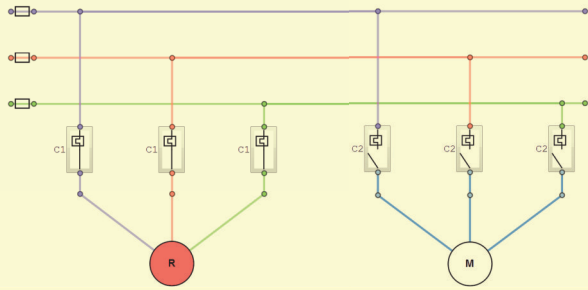
Circuito 3 (timeout)

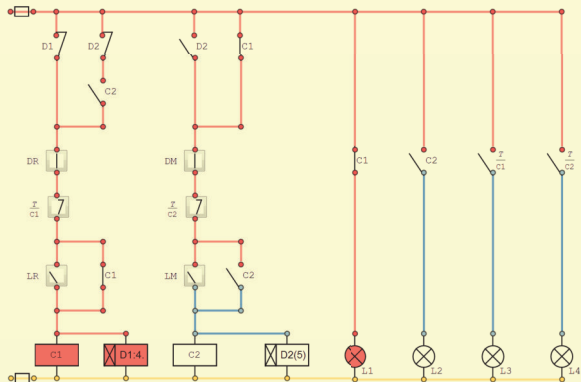




D1 contando tempo...

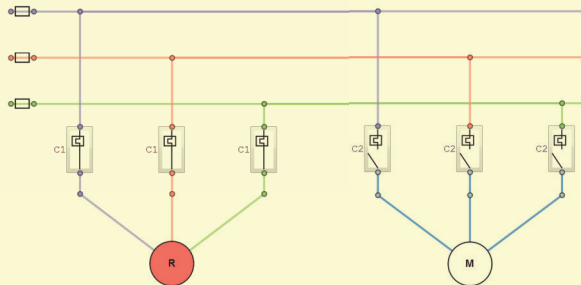
- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 3 (timeout)
- Final

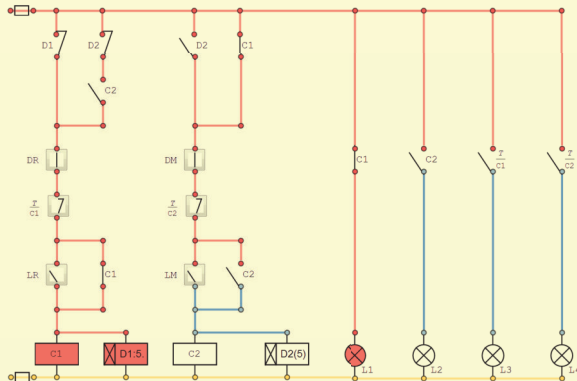




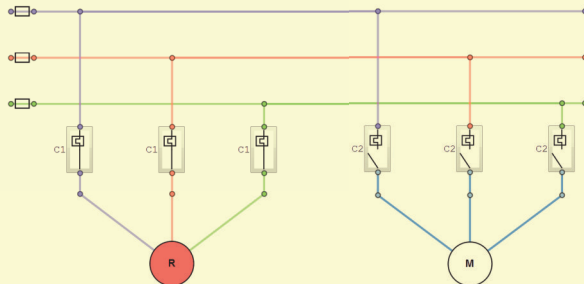
D1 contando tempo...

- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 3 (timeout)
- Final





D1 contando tempo...



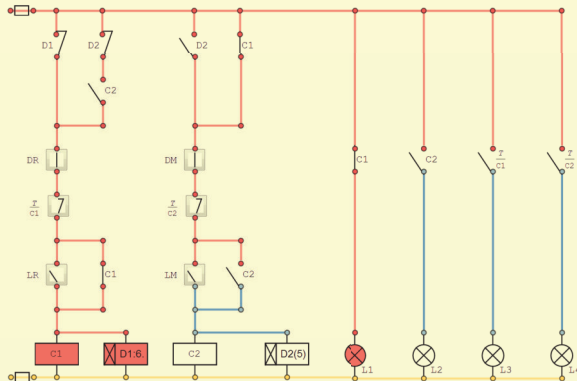
Circuito 1

Circuito 2

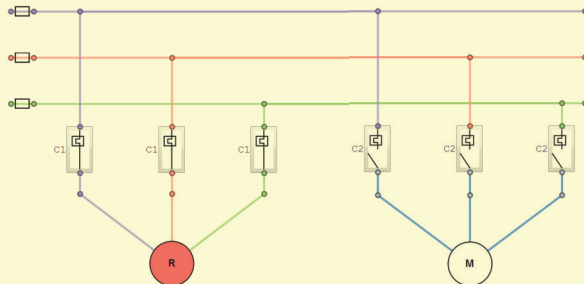
Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

Final



D1 contando tempo...



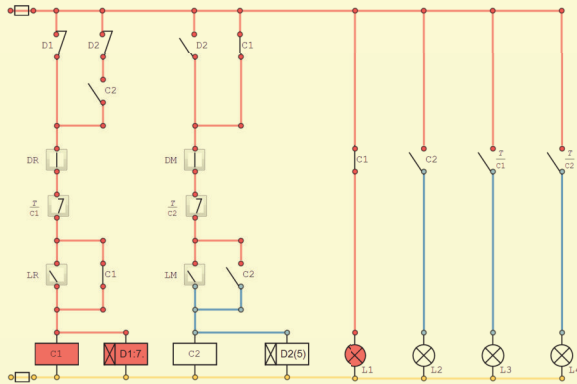
Circuito 1

Circuito 2

Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

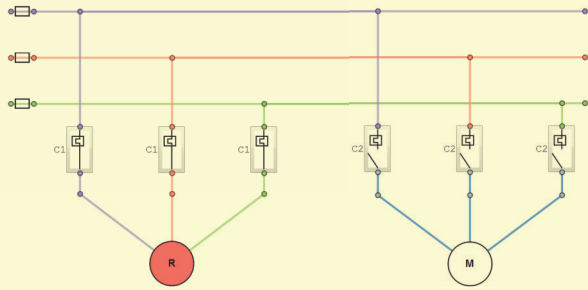
Final

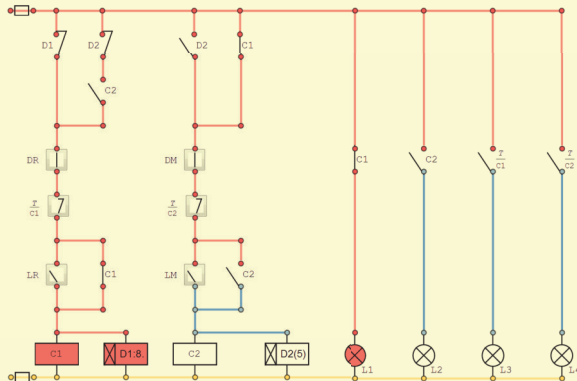


D1 contando tempo...

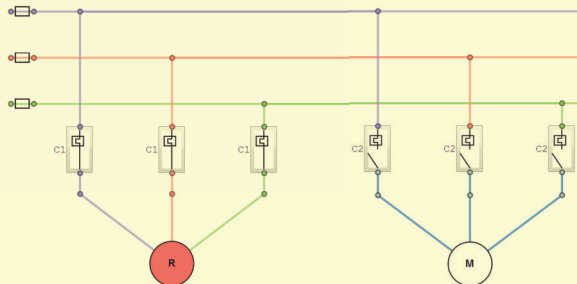
- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Final

Circuito 3 (timeout)

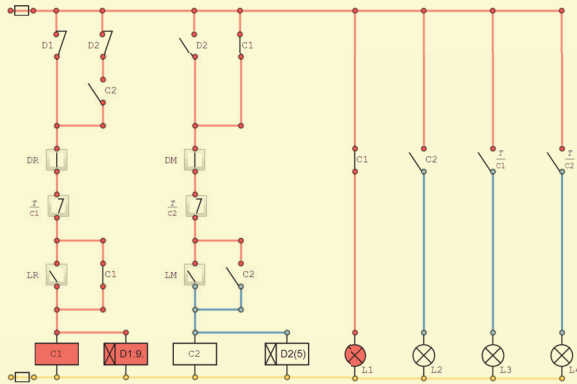




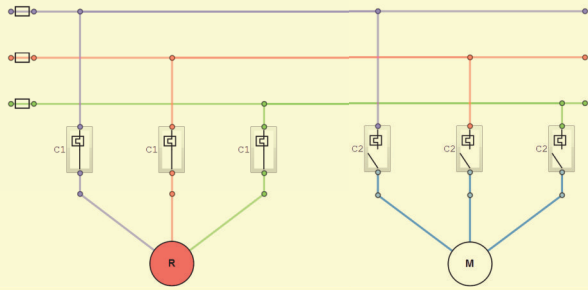
D1 contando tempo...



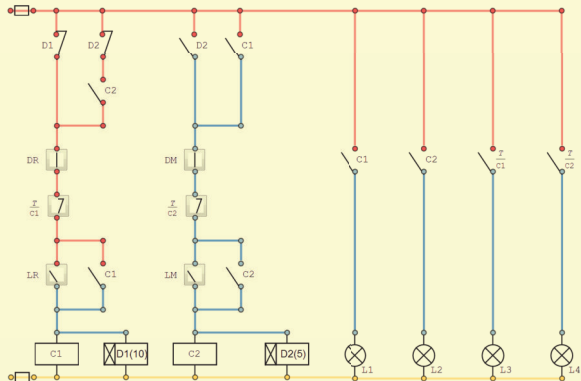
- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 3 (timeout)
- Final



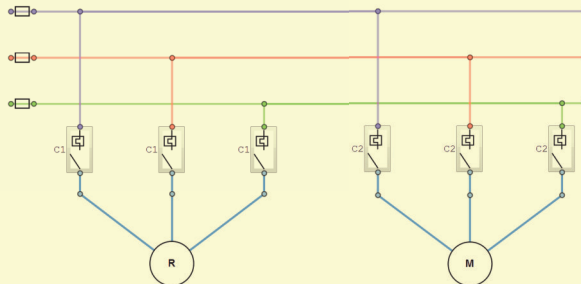
D1 contando tempo...



- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 3 (timeout)
- Final



Esgotado o tempo definido por D1, antes de M ser acionado!



Circuito 1

Circuito 2

Circuito 3

Circuito 3 (timeout)

Final