

AUTOMAÇÃO DE UMA MÁQUINA LAVADORA DE ÔNIBUS

LEONARDO THOBIAS STELMASTCHUK MARTINS¹

CAMILA FOGAÇA DE OLIVEIRA²

APARECIDO SERAPIAO DOS SANTOS³

Resumo: O projeto da máquina lavadora de ônibus teve como objetivo desenvolver um controle para automatizar a lavagem dos veículos e realizar o processo sem que ocorra a intervenção da parte operacional. Buscando atingir os objetivos propostos, pesquisas foram realizadas em artigos, publicações científicas, dissertações, teses, que trazem informações quantitativas, aplicada e exploratória sobre práticas de automação, eletricidade e instalações elétricas industriais.

Com a necessidade de aumentar a eficiência do processo, reduzindo custos, foram instalados dispositivos de controle a fim de eliminar desperdícios de insumos. A instalação de sensores e atuadores foram responsáveis por todo processo por meio de uma lógica programada.

A metodologia aplicada consiste de informações relevantes sobre o desenvolvimento prático do processo, explanando de forma clara e sucinta passo a passo sobre o projeto da máquina, finalizando com um memorial de cálculo comparativo que expõe o importante papel da automação na indústria.

Palavras-chave: Automação. Otimização. Controle.

¹ Graduação – Tecnólogo em Manutenção Industrial da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: leonardostelmastchuk@gmail.com

² Mestre – Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina. E-mail: camila.oliveira@pr.senai.br

³ Graduação – Tecnólogo em Manutenção Industrial, da Faculdade da Indústria Senai Londrina.

E-mail: alexferreirat@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

A automação contribui com a evolução do desenvolvimento tecnológico impactando positivamente no sistema produtivo com qualidade e eficiência.

O projeto de automação começou a ser avaliado a partir do momento que surgiu a necessidade de aumentar a eficiência do processo de lavagem de veículos de uma empresa de transporte de passageiros situada em Londrina - PR, reduzindo custos, otimizando processo e visando a qualidade na limpeza.

Além da importância e do benefício de uma máquina lavadora de ônibus oferecer qualidade e conforto aos clientes, tem a finalidade de reduzir a quantidade de sujeira agregada do solo, devido ao tempo de viagem em estradas com pavimentação precária. Essa massa de sujeira proveniente do solo pode conduzir uma abrasão extrema dos elementos de tração e freio dos veículos, reduzindo também a sua capacidade de carga.

Diante das circunstâncias iniciaram-se pesquisas levantando inúmeras hipóteses, dentre essas, foi avaliado que a automação seria a melhor forma para a implementação, pois, devido aos diferentes modelos de veículos que são lançados quase todos os anos, haveria a possibilidade de alterações na programação e o processo se tornaria independente de mão de obra operacional.

O processo conta com um grupo de atuadores e sensores que realizam o controle do equipamento (ligando e desligando) de acordo com a necessidade, realizando os movimentos pertinentes à limpeza. Estes dispositivos são responsáveis pelo gerenciamento e coleta de dados que em conjunto com as informações recebidas direciona os atuadores para execução das atividades programadas.

Com a automação do lavador substituímos a mão de obra do operador por um elemento sensorial convencional no qual converte uma grandeza física em sinal elétrico, conforme o deslocamento e o posicionamento do veículo, por meio de coleta e envio informações. As válvulas manuais são substituídas por um conjunto de válvulas solenoides com atuador pneumático para abertura ou interrupção do fluxo.

Para estabelecer uma sistemática de controle contamos com o controlador lógico programável que é capaz de receber as informações enviadas pelos sensores, comparar o sinal e enviar outro sinal de comando para o conjunto de válvulas e motores mantendo a situação do processo monitorada e controlada.

Este sistema de controle implementado no lavador de ônibus realizará as ações antes executadas pelo operador e será um sistema que se repete continuamente, ou seja, ao término da limpeza de um veículo, ou seja, na final da execução do programa, automaticamente estará pronto para iniciar o próximo ciclo.

O projeto de automação foi realizado em uma filial da empresa de transporte de passageiros, situada em Londrina, Paraná. Com toda sua estrutura, oferece comodidade e conforto no transporte de grupos para lazer, turismo, negócios e outros eventos. Destaca-se entre as maiores empresas do setor no país, oferecendo uma frota moderna com mais de 500 ônibus, interligando vários estados do Brasil.

Na próxima seção, abordaremos a fundamentação teórica de nosso trabalho, que consiste no processo de automação de uma máquina lavadora de ônibus.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Existem diversas estratégias tecnológicas de automação que melhoram a produtividade e flexibilidade no processo industrial, sendo levado em consideração o tempo de ciclo, disponibilidade e utilização, alta taxa de produção e alta produtividade, que são conceitos fundamentais para a produção e automação. (PRUDENTE, 2007)

Este projeto conta com uma gama de dispositivos que realizam as funções pertinentes do processo, sendo de extrema importância o sincronismo e a comunicação entre eles. Na visão de Capelli (2013), existem vários equipamentos que compõem a automação direta ou indiretamente, contudo um dos equipamentos mais importantes é o Controlador Lógico Programável (Programmable Logic Controller, CLP).

A utilização do CLP em um projeto ou planta industrial (Figura 1) possibilita a implementação de lógicas programáveis, comparando as variáveis com os valores desejados, não sendo necessária a inclusão ou remoção de componentes físicos.



Fonte: Dos autores.

Um bloco de controle típico é formado basicamente por três elementos, um elemento primário (transmissor), um controlador (CLP) e um elemento final de controle (válvulas e ou motores). No software pode ser realizadas simulações dos estudos sem a necessidade de obter equipamentos e componentes físicos reais.

Um processo industrial contém diversas etapas pela qual um determinado produto é submetido e o CLP é responsável pela execução das funções específicas determinadas pelo usuário, gerenciando informações para controlar o sistema mecânico, garantindo continuidade no processo e interagindo com a programação estabelecida.

O CLP necessita de informações externas para definir a sequência da programação, para isso, utiliza-se de sensores para captar a situação do processo e através das entradas lógicas do CLP envia essas informações em forma de sinais elétricos como podemos observar no apêndice VII.

Os sensores são dispositivos de sensibilidades com a capacidade de enviar sinais através de um transdutor que converte um estímulo em um sinal elétrico conhecido.

Na Figura 2 podemos verificar os sensores utilizados na máquina lavadora de ônibus, que estão posicionados em locais estratégicos a fim de comunicar com o CLP de forma precisa.

Figura 2: Sensor de barreira



Fonte: Dos autores.

Para Silveira e Santos (2007, p. 24), “[...] sensor é definido como sendo um dispositivo sensível a um fenômeno físico, tais como: temperatura, umidade, luz, pressão, entre outros”. Os sensores auxiliam a automação, substituindo chaves de acionamento, estabelecendo maior versatilidade e durabilidade e, conseqüentemente, substituindo a mão de obra operacional.

Com os sensores transmitindo informações relevantes sobre o processo, o controlador converte os dados e envia um sinal de saída com um valor determinado para realizar o acionamento dos atuadores. O atuador por sua vez transforma um sinal elétrico em uma grandeza física, como movimento, magnetismo, calor, entre outros.

Segundo Brugnari e Maestrelli (2010), o atuador é um elemento que produz movimento, atendendo a comandos que podem ser manuais ou automáticos, ou seja, qualquer elemento que realize um comando recebido de outro dispositivo, com base em uma entrada ou critério a ser seguido.

Existem diversos tipos de atuadores, que funcionam por meio de sinal proveniente de um controlador agindo sobre um sistema controlado. No apêndice VIII podemos observar o diagrama de saídas lógicas do controlador que é responsável por enviar sinais em diversos níveis, afim do controlar os dispositivos atuantes, na maioria das vezes estes dispositivos recebem um comando remoto.

Entre os atuadores, podemos citar o motor elétrico que realiza movimento de rotação e ou deslocamento, e as válvulas eletromagnéticas que controla o fluxo de um determinado componente.

O motor elétrico é um equipamento que transforma energia elétrica em energia mecânica exercendo movimentos que são realizados através da indução eletromagnética. (MAMEDE FILHO, 2012).

Segundo Nascimento (2011), o motor de indução trifásico assíncrono é o pilar da indústria moderna, onde o princípio de funcionamento envolve a indução do rotor pelo campo girante do estator.

Na Figura 3 podemos verificar o motor de indução trifásico assíncrono de corrente alternada acoplado a um redutor. O conjunto do motor redutor está atribuído a uma escova rotativa horizontal.

No mercado há uma gama de motores diversificada, com inúmeras aplicações e características diferentes. Nesse sentido, cada motor tem uma finalidade especial que favorece determinadas funções.

Figura 3: Motor elétrico de indução



Fonte: Dos autores.

Como o motor elétrico é um equipamento que exerce movimento por meio de eletricidade, necessita de dispositivo para proteção capaz de minimizar possíveis danos ao equipamento.

O dispositivo de proteção mais utilizado em novos projetos é o disjuntor motor, pois reúne funcionalidades para proteção que elimina a utilização de relés térmicos e fusíveis para o circuito de força. Quando este dispositivo detecta uma sobrecarga ou curto-circuito, abre os contatos impedindo a passagem da corrente elétrica.

Todos os dispositivos apresentados nesta fundamentação contribui significativamente para o processo de automação industrial, onde as diversas funções são definidas a fim de interagir entre si formando um processo eficaz e contínuo.

Segundo Robson Seleme e Roberto Bohlen Seleme (2008), o processo automático dispõe de dispositivos que viabiliza a eficiência, podendo automatizar todo o processo ou parte dele. Entretanto, segundo os autores,

deve-se estabelecer uma relação de custo-benefício, sendo imprescindível o conhecimento da necessidade e consequência financeira ao automatizar um processo.

Na próxima seção, apresentamos o projeto da máquina lavadora de ônibus, a necessidade de sua implantação e os componentes utilizados para este processo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os métodos utilizados para implantação do controle automático do lavador de ônibus serão apresentados como forma de explanar o conhecimento dos componentes utilizados e a forma com que chegamos a esta conclusão.

A máquina lavadora de ônibus começou a ser avaliada a partir do momento que surgiu a necessidade de aumentar a eficiência do processo de lavagem de veículos de uma empresa de transporte de passageiros. Diante das circunstâncias, iniciaram-se as pesquisas buscando uma forma concreta que pudesse atender as necessidades e os quesitos de higiene e limpeza, levando em consideração o número de veículos, espaço para fixação das partes físicas, posicionamento dos veículos, quantidade de dispositivos (atuadores e sensores), consumo e gasto de energia elétrica, água, produtos de limpeza, dentre outras.

Uma equipe formada de operador, eletricista, supervisor de manutenção e liderada pelo pesquisador deste trabalho, consideraram vários aspectos críticos do projeto, garantindo boas práticas com relação ao meio ambiente e confiabilidade no sistema a ser desenvolvido.

Em relação ao meio ambiente levamos em consideração a ficha de informações de segurança do produto químico (FISPQ), onde apresenta alguns pontos cruciais para as boas práticas e segurança.

A FISPQ identifica os perigos e a composição dos ingredientes utilizados no produto de limpeza, informa as medidas corretas de combate a incêndio e primeiros socorros, mostra a estabilidade e a reatividade do produto, entre outras informações.

Para obtermos uma confiabilidade no funcionamento da máquina lavadora, algumas condições foram definidas e acordadas com a equipe da empresa, permitindo iniciar a execução dos diagramas elétricos e a montagem do painel, que foi possível por meio do levantamento de componentes a serem utilizados no controle do processo.

Determinamos alguns pontos relevantes na composição da máquina lavadora de ônibus, dentre eles a necessidade da utilização de escovas rotativas com cerdas, a utilização de um controle manual e automático, a utilização de bombas, sensores, válvulas, sinalizadores, etc.

No processo contamos com cinco escovas rotativas com cerdas, sendo duas escovas para limpeza da lateral direita, duas escovas para limpeza da lateral esquerda e uma escova para limpeza do teto e da parte traseira.

Além do controle automático proposto neste trabalho, disponibilizamos um controle para acionamentos em manual, que permite o operador interagir com o equipamento por meio de botoeiras.

As bombas em conjunto com a comutação das válvulas tem a finalidade de esguichar os fluidos no momento da limpeza. Dessa maneira contamos com duas bombas: uma para água e outra para o produto de limpeza (detergente) diluído.

Para que o processo tenha um controle automático e sincronize as escovas com as bombas e as válvulas, a utilização de sensores se tornam indispensáveis para este projeto, lembrando que é fundamental conhecer as vantagens e limitações dos sensores instalados, pois a aplicação de um dispositivo que não atenda as necessidades do projeto pode causar graves falhas no processo e afetar a segurança do equipamento.

Neste caso devido as condições do ambiente, foi utilizado o sensor de barreira com emissor e receptor, que garante uma proteção IP55, capaz de proteger contra poeiras e jatos de água.

Para a realizar as tarefas das escovas e bombas foram utilizados oito motores elétricos trifásico de indução, sendo que cada motor depende de um sistema de partida para realizar trabalho. Podemos observar no apêndice III e IV que os motores são ligados em um sistema de partida direta, acionados por meio de contatores e protegidos por disjuntor motor. Apenas o motor que realiza a limpeza traseira é submetido a um sistema de partida direta com reversão. Esta partida com reversão tem a finalidade de deslocar a escova que limpa a parte traseira (escova horizontal), fazendo o movimento de descida e subida.

No apêndice V e VI, consta o diagrama elétrico da lógica de controle, que foi desenvolvido e aplicado garantindo o funcionamento sincronizado e intertravado dos contatos.

Por meio desta lógica, o acionamento das botoeiras tem efeito sobre o equipamento; os contatos existentes nos botões são comutados a partir de uma intervenção operacional. Cada botoeira tem uma ação diferente, no

apêndice IX podemos verificar o diagrama do controle manual, por meio de funções a serem executadas de acordo com a lógica determinada.

Na Figura 4 temos o controle manual que será alojado dentro de um painel secundário que foi desenvolvido especificamente para essa finalidade. Dispositivos como contadores, relés, disjuntores, transformadores, entre outros, ficam alocados no painel principal.

Figura 4: Controle Manual



Fonte: Dos autores.

A montagem de um painel elétrico depende de práticas profissionais com conhecimento em interpretação de *layouts* de montagem, diagramas de força e controle, e entender o funcionamento do processo. (MENDONÇA, SILVA, 2010)

Segundo Nascimento (2011), um painel elétrico não é apenas uma caixa que abriga os componentes, mas também tem a função de protegê-los contra contatos acidentais e possíveis efeitos de um incidente interno, limitando os danos e minimizando os efeitos negativos.

A montagem do painel consiste na interligação elétrica dos componentes, que são divididas em duas partes, circuito de força e circuito de comando. O circuito de força é caracterizado pelo acionamento de um dispositivo (contator ou relé) responsável pelo controle das cargas (motores, válvulas, bombas, etc.) por meio da comutação dos contatos, fazendo com que a energia de alimentação seja conectada à carga. O circuito de comando é responsável por acionar o circuito de força através da lógica programada, onde através de um valor de tensão e corrente, magnetiza a bobina do dispositivo comutando seus contatos.

A interligação dos circuitos pode ser observada na Figura 5. O procedimento é realizado com o auxílio de canaletas que ajudam a diminuir a exposição dos condutores melhorando a aparência do painel.

Figura 5: Painel Principal (Comando)



Fonte: Dos autores.

Citamos os principais dispositivos instalados no painel:

- Disjuntores, para proteção dos cabos e dispositivos;

- Transformador de tensão, que rebaixa a tensão de alimentação;
- CLP, responsável pelo gerenciamento e controle do equipamento;
- Contator, dispositivo que comuta os contatos para energizar o equipamento;
- Conector, para interligar os cabos de alimentação e comando;
- Botoeira, envia sinal para o controlador;
- Sinalizador, informa uma condição programada;
- Disjuntor motor, protege o motor contra sobrecargas e curto circuito; A comunicação e o acionamento são conduzidos através dos cabos e fios dos circuitos de força e comando, que interagem com a programação. Por isso, toda elaboração e desenvolvimento devem seguir critérios de aplicação para condutores elétricos, que inclui seção mínima, capacidade de condução de corrente, queda de tensão, sobrecargas, curto-circuito e contato indireto, a fim de garantir a integridade e o bom funcionamento do equipamento.

A comunicação dos componentes internos do painel (Figura 5) com os dispositivos externos (sensores válvulas e motores) são feitas através de bornes. Os bornes servem para conectarem os cabos de mesma natureza sem a necessidade de fazer emendas. Os apêndices X e XI mostram os esquemas de ligações de forma correta e condizente com o projeto.

Com as etapas finalizadas e revisadas, inicia-se a programação do CLP e o processo de START-UP, que é a parte final do projeto, e deve ser analisado junto com a equipe responsável da empresa intervindo com ideias e métodos de controle, a fim de garantir a execução de todas as etapas do processo.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Considerando que inicialmente a máquina lavadora tinha um controle semiautomático, onde o funcionamento dependia exclusivamente da mão de obra operacional, sem controle de gastos com água, energia elétrica e produtos para limpeza (detergente), foram levantados alguns pontos que impactaram no resultado final, tendo em vista que o objetivo do trabalho foi a redução de custo seguido da eficiência no processo.

O primeiro ponto foi a demanda de mão de obra para realizar a operação do equipamento e conseqüentemente a limpeza das partes

deficientes do processo, onde dois operadores por turno realizavam as atividades, na tabela 1 podemos ver o custo da mão de obra operacional.

Tabela 1: Salários e encargos (antes da automação)

Operadores	Salário	Encargos	Insalubridade	Custo mensal	Custo anual
Operador 1	R\$ 1.180,00	R\$ 944,00	R\$ 236,00	R\$ 2.360,00	R\$ 28.320,00
Operador 2	R\$ 1.180,00	R\$ 944,00	R\$ 236,00	R\$ 2.360,00	R\$ 28.320,00
Operador 3	R\$ 1.180,00	R\$ 944,00	R\$ 236,00	R\$ 2.360,00	R\$ 28.320,00
Operador 4	R\$ 1.180,00	R\$ 944,00	R\$ 236,00	R\$ 2.360,00	R\$ 28.320,00
TOTAL				R\$ 9.440,00	R\$ 113.280,00

Fonte: Dos autores.

Com a implementação da automação no equipamento, os sensores e atuadores comandados pela lógica do CLP tornaram o processo contínuo e controlado, realizando movimentos ordenados e dispensando operação local. A redução por parte operacional foi de 50%, considerando que os serviços que anteriormente eram realizados com dois operadores por turno, hoje é realizado apenas por um. Este resultado pode ser conferido na tabela 2, que expressa o gasto com mão de obra após a automação.

Tabela 2: Salários e encargos (depois da automação)

Operadores	Salário	Encargos	Insalubridade	Custo mensal	Custo anual
Operador 1	R\$ 1.180,00	R\$ 944,00	R\$ 236,00	R\$ 2.360,00	R\$ 28.320,00
Operador 2	R\$ 1.180,00	R\$ 944,00	R\$ 236,00	R\$ 2.360,00	R\$ 28.320,00
TOTAL				R\$ 4.720,00	R\$ 56.640,00

Fonte: Dos autores.

O segundo ponto de análise foram os gastos com insumos, que não haviam controle. As válvulas eram acionadas manualmente com um consumo médio de 400 litros de água e 1,3 litros de produto de limpeza (detergente) em um ciclo do processo, levando em conta que cada ciclo tinha uma duração

de cinco minutos e eram realizados vinte e dois ciclos por dia. Podemos observar os gastos gerados de acordo na tabela 3.

Válvula	Consumo (Litros)	Tarifa (R\$/Litr)	Cons./ciclo	Ciclos p/ dia	cons./ dia	cons./ mês	cons./ano
Água	400	R\$,00608	R\$ 2,43	22	R\$ 53,50	R\$ 1.605,12	R\$ 19.261,44
Detergente	1,3	R\$ 1,50	R\$ 1,95	22	R\$ 42,90	R\$ 1.287,00	R\$ 15.444,00
TOTAL					R\$ 96,40	R\$ 2.892,12	R\$ 34.705,44

Tabela 3: Insumos de água e detergente (antes da automação)

Fonte: Dos autores.

Com o controle automático das válvulas, a liberação de água e produtos de limpeza são controlados e programados fazendo a abertura no momento correto da utilização. O consumo médio passou a ser 300 litros de água e 1 litro de produto (detergente) por ciclo. Na tabela 4 temos os valores do consumo, que quando comparada com a tabela 3, pode-se notar uma economia de insumos, evitando desperdícios.

Tabela 4: Insumos de água e detergente (depois da automação)

Válvula	Consumo (Litros)	Tarifa (R\$/Litro)	Cons./ ciclo	Ciclos p/ dia	cons. p/dia	cons. p/mês	cons./ano
Água	300	R\$ 0,00608	R\$ 1,82	22	R\$ 40,13	R\$ 1.203,84	R\$ 14.446,08
Detergente	1	R\$ 1,50	R\$ 1,50	22	R\$ 33,00	R\$ 990,00	R\$ 11.880,00
TOTAL					R\$ 73,13	R\$ 2.193,84	R\$ 26.326,08

Fonte: Dos autores.

O terceiro ponto está relacionado ao consumo de energia elétrica. Os motores que ficavam ligados em regime constante, com a automação

poderiam ser desligados em alguns instantes. Podemos observar na tabela, o consumo dos motores ligados em um período integral do processo.

Tabela 5: Energia elétrica dos motores (antes da automação)

Motores	Potência	Tarifação	Motor Ligado (s)	cons./ ciclo	cons./ dia	cons./mês	cons./ano
Sobe/Desce	2,2	R\$ 0,33	50 ¹	R\$ 0,03	R\$ 0,67	R\$ 19,97	R\$ 239,58
Horizontal	2,2	R\$ 0,33	00 ³	R\$ 0,06	R\$ 1,33	R\$ 39,93	R\$ 479,16
Escova 1	2,2	R\$ 0,33	00 ³	R\$ 0,06	R\$ 1,33	R\$ 39,93	R\$ 479,16
Escova 2	2,2	R\$ 0,33	00 ³	R\$ 0,06	R\$ 1,33	R\$ 39,93	R\$ 479,16
Escova 3	2,2	R\$ 0,33	00 ³	R\$ 0,06	R\$ 1,33	R\$ 39,93	R\$ 479,16
Escova 4	2,2	R\$ 0,33	00 ³	R\$ 0,06	R\$ 1,33	R\$ 39,93	R\$ 479,16
TOTAL				R\$ 0,33	R\$ 7,32	R\$ 219,62	R\$ 2.635,38

Fonte: Dos autores.

Ao analisar este comportamento, foi proposto que as informações recebidas dos sensores movimentam as escovas de acordo com a necessidade, reduzindo o tempo de funcionamento dos motores, pois os motores não estariam ligados constantemente.

A tabela 6 mostra o consumo dos motores após o projeto. Pode ser observado na tabela que a mudança ocorreu sobre o tempo que cada motor fica ligado e cabe ressaltar os motores utilizados são os mesmos motores utilizados antes da automação.

Tabela 6: Energia elétrica dos motores (depois da automação)

Motores	Potência	Tarifação	Motor Ligado (s)	cons./ ciclo	cons./ dia	cons./mês	cons./ano
Sobe/Desce	2,2	R\$ 0,33	50 ¹	R\$ 0,03	R\$ 0,67	R\$ 19,97	R\$ 239,58
Horizontal	2,2	R\$ 0,33	40 ²	R\$ 0,05	R\$ 1,06	R\$ 31,94	R\$ 383,33
Escova 1	2,2	R\$ 0,33	50 ¹	R\$ 0,03	R\$ 0,67	R\$ 19,97	R\$ 239,58
Escova 2	2,2	R\$ 0,33	50 ¹	R\$ 0,03	R\$ 0,67	R\$ 19,97	R\$ 239,58
Escova 3	2,2	R\$ 0,33	50 ¹	R\$ 0,03	R\$ 0,67	R\$ 19,97	R\$ 239,58
Escova 4	2,2	R\$ 0,33	50 ¹	R\$ 0,03	R\$ 0,67	R\$ 19,97	R\$ 239,58
TOTAL				R\$ 0,17	R\$ 3,73	R\$ 111,80	R\$ 1.341,65

Fonte: Dos autores.

Como a automação utiliza de meios para controlar e operar os equipamentos de produção, conseguimos reduzir o regime de trabalho dos motores por meio de elementos complexos que realizam o controle dos acionamentos.

Dessa maneira, conseguimos alcançar os objetivos propostos neste trabalho. Os resultados comprovam a melhoria do processo, com a redução de custos financeiros, otimização de mão de obra e qualidade do processo.

Para concluirmos, a tabela 7 expressa os resultados finais obtidos da situação atual com um comparativo do sistema anterior.

Tabela 7: Resultados Finais

Item	Antes da automação	Depois da automação	Redução de custo
Mão de obra operacional	R\$ 113.280,00	R\$ 56.640,00	50,00%
Consumo de água e detergente	R\$ 34.705,44	R\$ 26.326,00	24,14%
Consumo de energia elétrica	R\$ 2.635,38	R\$ 1.341,65	49,09%
TOTAL	R\$ 150.620,82	R\$ 84.307,65	44,03%

Fonte: Dos autores.

Sabe-se que a automação é um conjunto de técnicas aplicadas sobre um determinado processo, capaz de criar melhores produtos com menores custos. Os dados do comparativo financeiro entre os custos de antes e depois nos mostra uma economia neste processo de 44,03%, aproximadamente R\$ 66.313,17 por ano.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De uma forma geral, o conteúdo apresentado neste trabalho, nos propiciou a compreensão do desenvolvimento e o aprimoramento deste projeto. Por meio de estratégias estudadas, conseguimos uma redução de custo expressiva no processo produtivo.

Não devemos esquecer que para a automação ser bem sucedida, o desenvolvimento do projeto deve ser realizado por pessoal devidamente capacitado que busque aperfeiçoamento (conhecimento) contínuo para vencer todos obstáculos e desafios da produção.

Uma consideração de melhoria futura deste projeto, seria a substituição de alguns dispositivos instalados, pois no mercado existem uma gama de componentes com melhor qualidade e tecnologia.

Podemos considerar também a implantação de um sistema supervisorio afim de melhorar a interação dos envolvidos e coletar dados ainda mais relevantes sobre o processo produtivo mencionado no trabalho.

Contudo os resultados foram satisfatórios e os objetivos foram alcançados com êxito. Só foi possível alcançar os resultados e objetivos através do empenho e esforços de cada membro que mesmo de forma mínima contribuiu significativamente para o sucesso deste projeto.

AUTOMATION OF A BUS WASHING MACHINE

Abstract

The purpose of the bus washing machine project was to develop a control to automate the washing of vehicles and carry out the process without the intervention of the operational part.

In order to reach the proposed objectives, researches were carried out in articles, scientific publications, dissertations, theses, which provide

quantitative, applied and exploratory information on practices of automation, electricity and industrial electrical installations.

With the need to increase the efficiency of the process, reducing costs, control devices were installed in order to eliminate waste of inputs. The installation of sensors and actuators were responsible for all process by means of a programmed logic.

The applied methodology consists of relevant information on the practical development of the process, explaining in a clear and succinct way step by step about the design of the machine, ending with a memorial of comparative calculation that exposes the important role of automation in the industry.

Key-words: Automation. Optimization. Control.

REFERÊNCIAS

BRUGNARI, A.; MAESTRELLI, L. H. M., **Automação Residencial Via Web**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia da Computação) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2010.

CAPELLI, A. **Automação Industrial**. 3. ed. São Paulo: Érica Ltda: 2013.

NASCIMENTO, G. **Comandos Elétricos: Teoria e Atividades**. 1.ed. São Paulo: Érica, 2011.

MAMEDE FILHO, J. **Instalações Elétricas Industriais**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MENDONÇA, R. G.; SILVA, R. V. R. **Eletricidade Básica**. Curitiba: Editora do Livro Técnico, 2010.

PRUDENTE, F. **Automação Industrial: PLC, Teoria e Aplicações: Curso Básico**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

SELEME, Robson, SELEME, Roberto B. **Automação da Produção Abordagem Gerencial**. Curitiba: IBPEX, 2008.

SILVEIRA, P. R.; SANTOS, W. E. **Automação e Controle Discreto**. 8. ed. São Paulo: Érica Ltda: 2007.

APÊNDICES



e-TEC

A		B	C	D	E	F	G	H
LEGENDA								
B1	CHAVE SELETORA - (MANUAL/AUTOMÁTICO)			DJM-4	DISJUNTOR MOTOR QUE ALIMENTA O MOTOR M4 (ROTACIONA ESCOVA VERTICAL 1)			
B2	BOTÃO DE EMERGÊNCIA DO PAINEL			DJM-5	DISJUNTOR MOTOR QUE ALIMENTA O MOTOR M5 (ROTACIONA ESCOVA VERTICAL 2)			
B3	BOTÃO DE EMERGÊNCIA DO CONTROLE MANUAL			DJM-6	DISJUNTOR MOTOR QUE ALIMENTA O MOTOR M6 (ROTACIONA ESCOVA VERTICAL 3)			
B4	DESLIGA - (MANUAL)			DJM-7	DISJUNTOR MOTOR QUE ALIMENTA O MOTOR M7 (ROTACIONA ESCOVA VERTICAL 4)			
B5	SOBRE - (MANUAL)			DJM-8	DISJUNTOR MOTOR QUE ALIMENTA O MOTOR M8 (SOBRE E DESCE ESCOVA HORIZONTAL)			
B6	DESCE - (MANUAL)			FC1	FM DE CURSO SUPERIOR			
B7	LIGA ESCOVAS 1 E 2 - (MANUAL)			FC2	FM DE CURSO INFERIOR			
B8	LIGA ESCOVAS 3 E 4 - (MANUAL)			H1	SINALIZAÇÃO DO SEMÁFORO (VERDE)			
B9	LIGA ESCOVA HORIZONTAL - (MANUAL)			H2	SINALIZAÇÃO DO SEMÁFORO (VERMELHO)			
B10	CHAVE DO SEMÁFORO (VERDE/VERMELHO) - (MANUAL)			H3	SINALIZAÇÃO DE FALHA			
B11	RESET OU INÍCIO - (AUTOMÁTICO)			K1	MOTOR DA ESCOVA HORIZONTAL			
CT1	CONTADOR CÍCLICO			K2	MOTOR DA BOMBA DE ÁGUA 2			
DJ-1	DISJUNTOR BIFÁSICO - ALIMENTAÇÃO GERAL DE COMANDO - 220VAC			K3	CONTATOR AUXILIAR PARA O FUNCIONAMENTO EM MANUAL			
DJ-2	DISJUNTOR MONOFÁSICO DE ALIMENTAÇÃO DO COMANDO 24VAC			K4	CONTATOR AUXILIAR DESLIGA			
DJ-3	DISJUNTOR MONOFÁSICO DE ALIMENTAÇÃO DO COMANDO 24VDC			K5	MOTOR DA BOMBA DE ÁGUA 1			
DJ-MT	CONTATO DE COMANDO PARA PROTEÇÃO TÉRMICA			K6	MOTOR DA ESCOVA VERTICAL 1			
DJM-1	DISJUNTOR MOTOR QUE ALIMENTA O MOTOR M1 (ROTACIONA ESCOVA HORIZONTAL)			K7	MOTOR DA ESCOVA VERTICAL 2			
DJM-2	DISJUNTOR MOTOR QUE ALIMENTA O MOTOR M2 (BOMBA DE ÁGUA 2)			K8	MOTOR DA ESCOVA VERTICAL 3			
DJM-3	DISJUNTOR MOTOR QUE ALIMENTA O MOTOR M3 (BOMBA DE ÁGUA 1)			K9	MOTOR DA ESCOVA VERTICAL 4			
Dibujado		Fecha	Nombre	Entidad		Titulo		
Comprobado			LEONARDO			LAVADOR CECCATO		
						LEGENDA		
						Fecha: 10-Sep-2015 Num: 2 de 18		
						Archivo:		

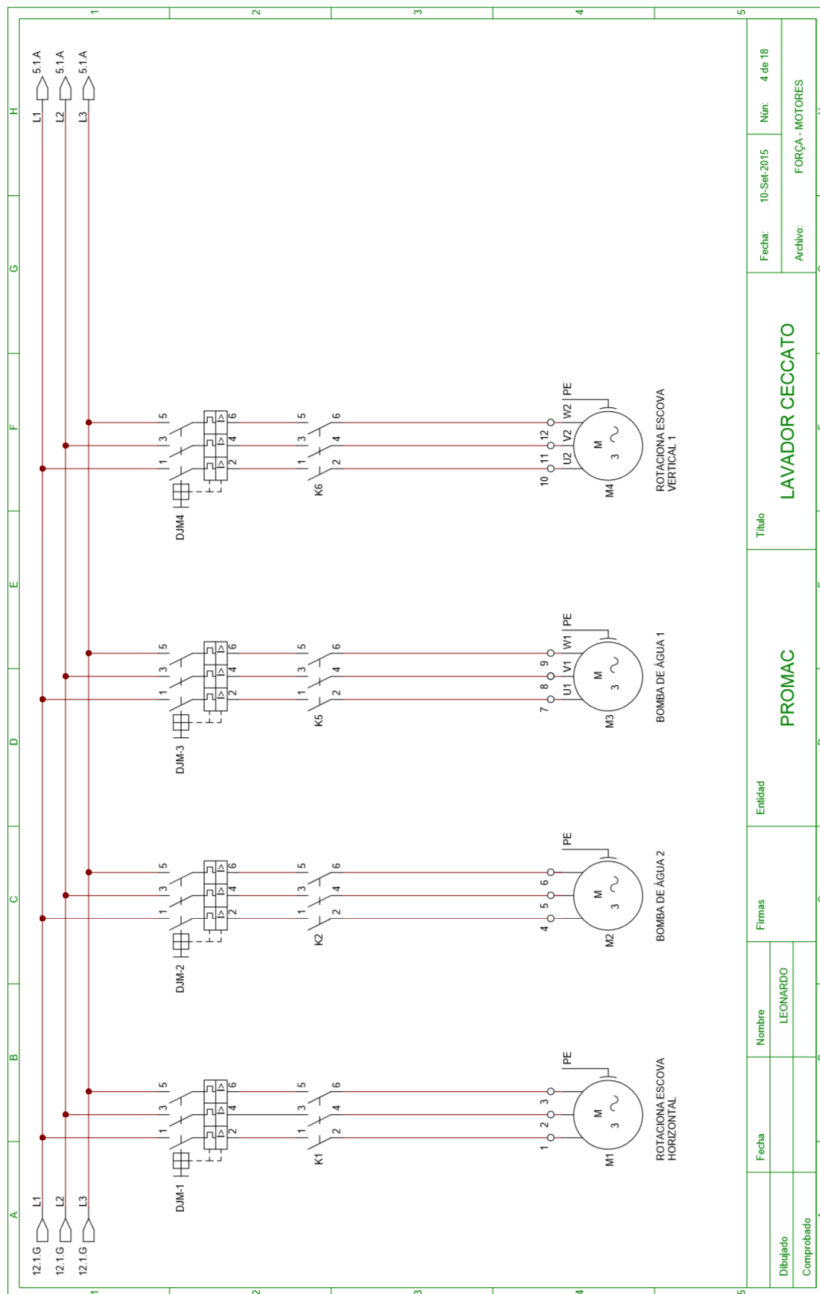
APÊNDICE I: LEGENDA

Fonte: Dos autores.

A		B	C	D	E	F	G	H
LEGENDA								
1	K10	MOTOR QUE SOBE ESCOVA HORIZONTAL						
	K11	MOTOR QUE DESCE ESCOVA HORIZONTAL						
	K12	CONTATOR AUXILIAR DO SEMÁFORO						
	M1	MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO 220V 60HZ - ROTACIONA ESCOVA HORIZONTAL						
	M2	MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO 220V 60HZ - BOMBA DE ÁGUA 2						
	M3	MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO 220V 60HZ - BOMBA DE ÁGUA 1						
	M4	MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO 220V 60HZ - ROTACIONA ESCOVA VERTICAL 1						
	M5	MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO 220V 60HZ - ROTACIONA ESCOVA VERTICAL 2						
	M6	MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO 220V 60HZ - ROTACIONA ESCOVA VERTICAL 3						
	M7	MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO 220V 60HZ - ROTACIONA ESCOVA VERTICAL 4						
	M8	MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO 220V 60HZ - SOBE E DESCE ESCOVA HORIZONTAL						
	RETIF	RETIFICADO DE ONDA COMPLETA - CA / CC						
	S1	SENSOR DE INÍCIO DO CICLO						
	S2	SENSOR DE POSICIONAMENTO QUE LIBERA A DESCIDA DA ESCOVA						
	S3	SENSOR DAS ESCOVAS 3 E 4						
	S4	SENSOR DAS ESCOVAS 1 E 2						
	S5	SENSOR QUE INDICA FIM DO CICLO E INÍCIO DA DESCARGA						
	TRAF0	TRANSFORMADOR 220VAC / 24VAC - PARA ALIMENTAÇÃO DE COMANDO						
5	Dibujado	Fecha	Nombre	Firmas	Entidad	Título	Fecha:	Núm:
	Comprobado		LEONARDO			LAVADOR CECCATO	10-Sep-2015	3 de 18
							Archivo:	LEGENDA 2

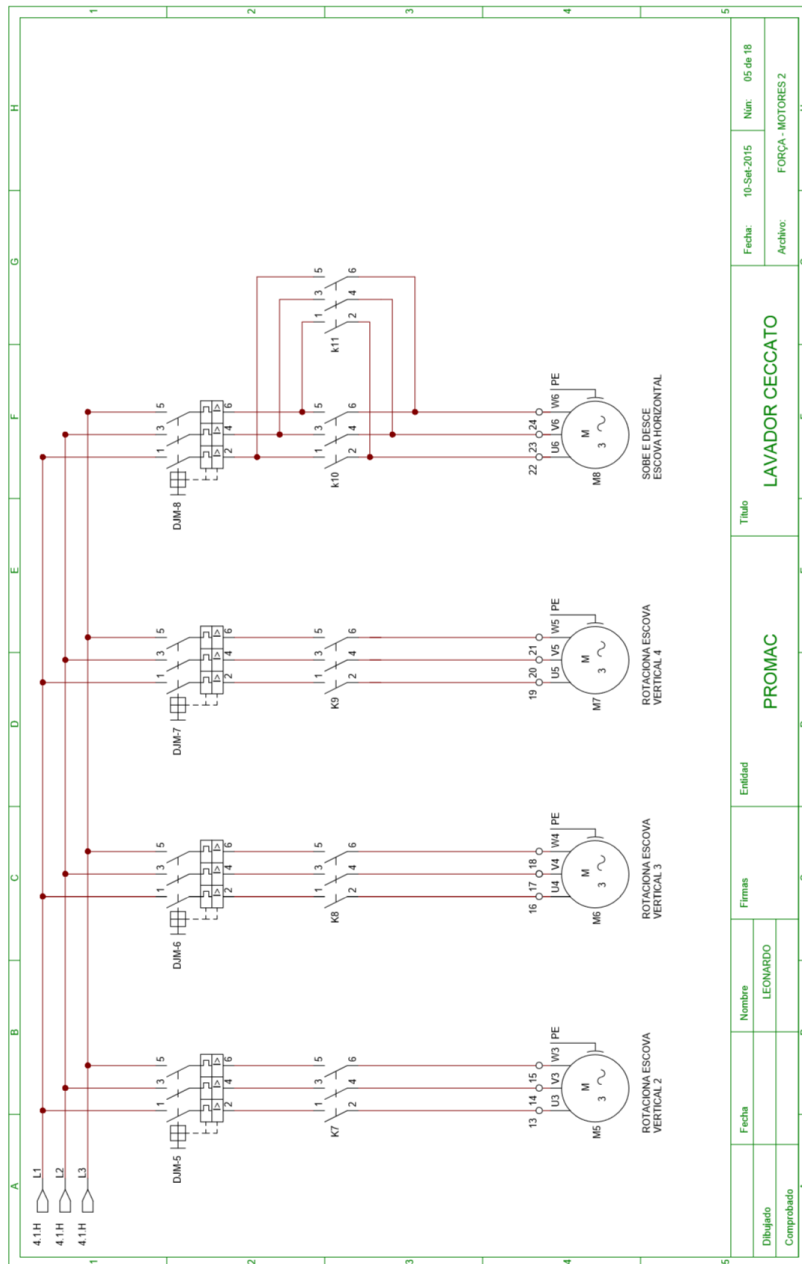
APÊNDICE II: LEGENDA

Fonte: Dos autores.



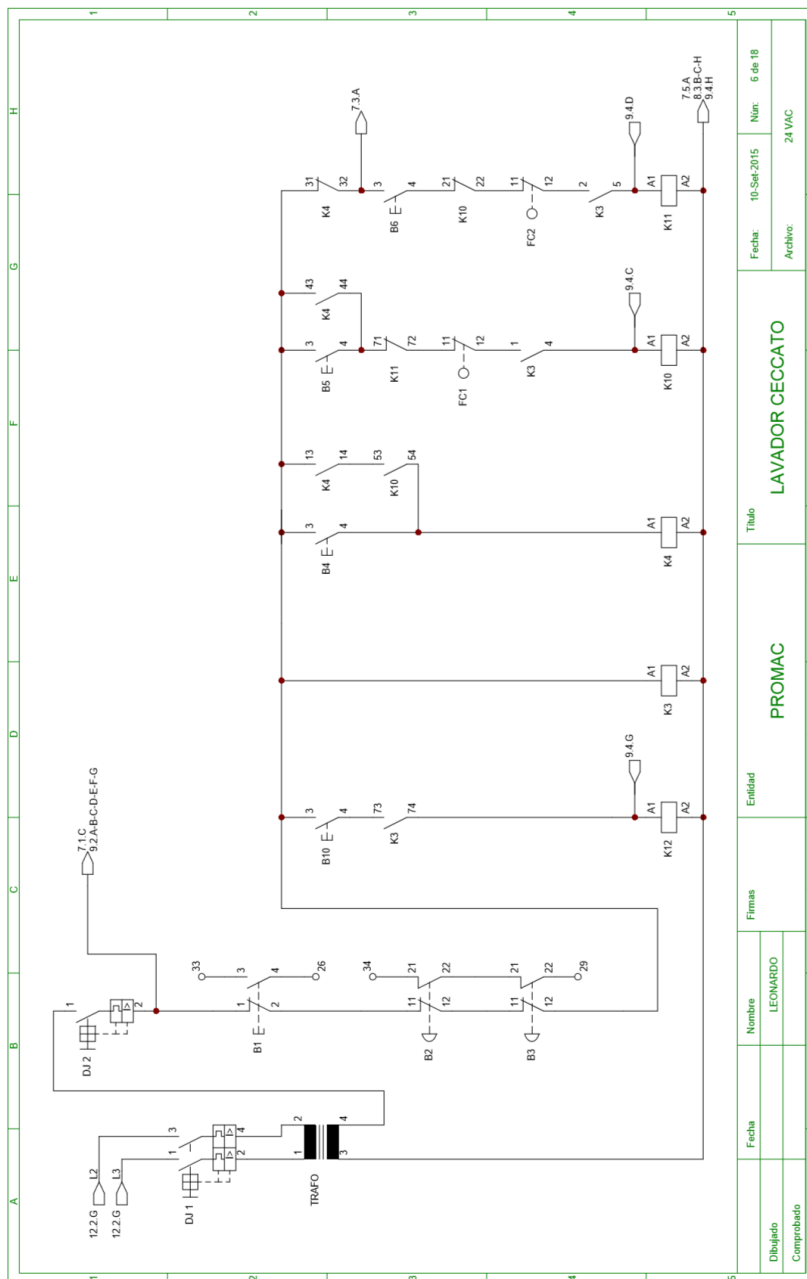
APÊNDICE III: CIRCUITO DE FORÇA 1 (PARTIDA DIRATA)

Fonte: Dos autores.



APÊNDICE IV: CIRCUITO DE FORÇA 2 (PARTIDA DIRETA)
 Fonte: Dos autores.

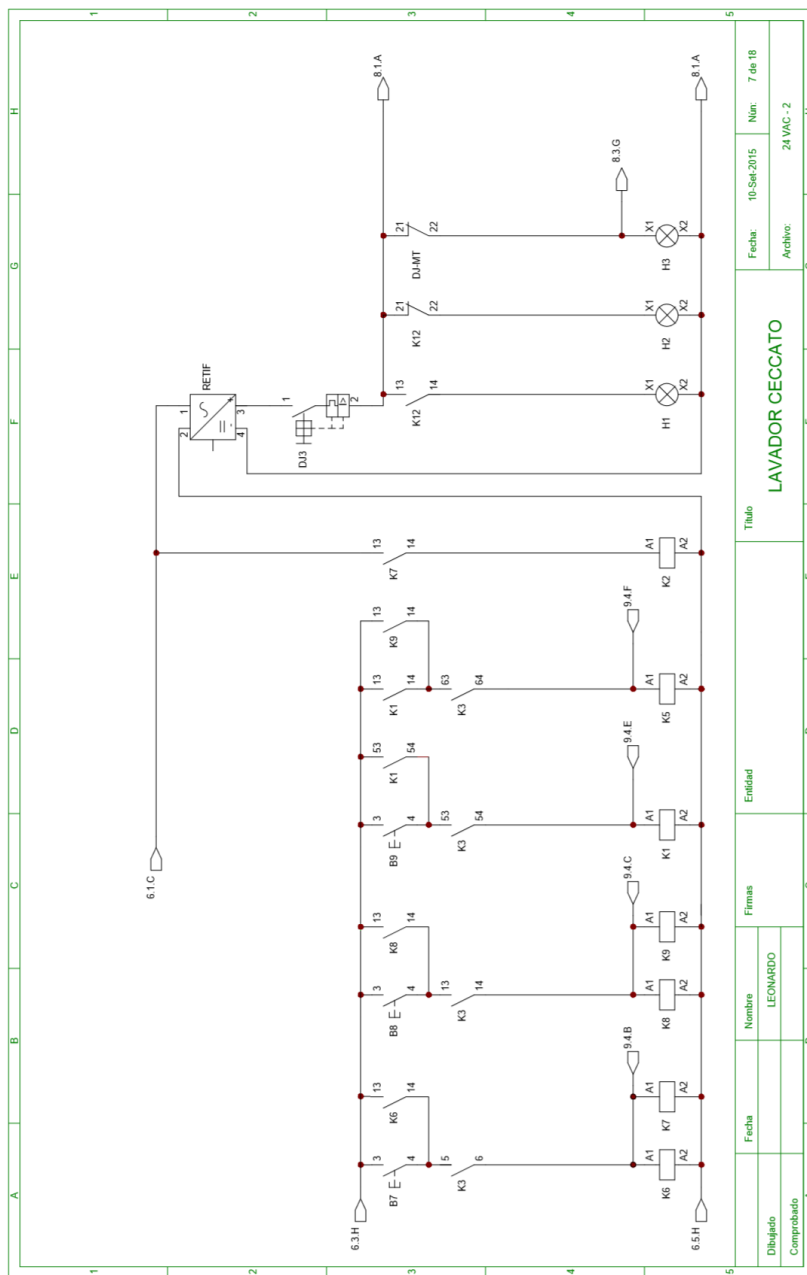
Dado: 4.1.H 4.1.H 4.1.H		DMM5 DMM6 DMM7 DMM8		K7 K8 K9 K10 K11		M5 M6 M7 M8		Rotaciona Escova Vertical 2 Rotaciona Escova Vertical 3 Rotaciona Escova Vertical 4 Sobre e Debse Essavtrotacional		Lavador Ceccato		Titulo Lavador Ceccato		Fecha: 10-Sep-2015 Num: 05 de 18	
Comprobado		Nombre LEONARDO		Firmas		Entidad		Archivo: FORÇA - MOTORES 2		H		G		F	



Dibujado		Fecha		Nombre		Firmas		Entidad		Título		Fecha		Núm.	
Comprobado				LEONARDO						LAVADOR CECCATO		10-Set-2015		6 de 18	
												Arquivo		24 VAC	

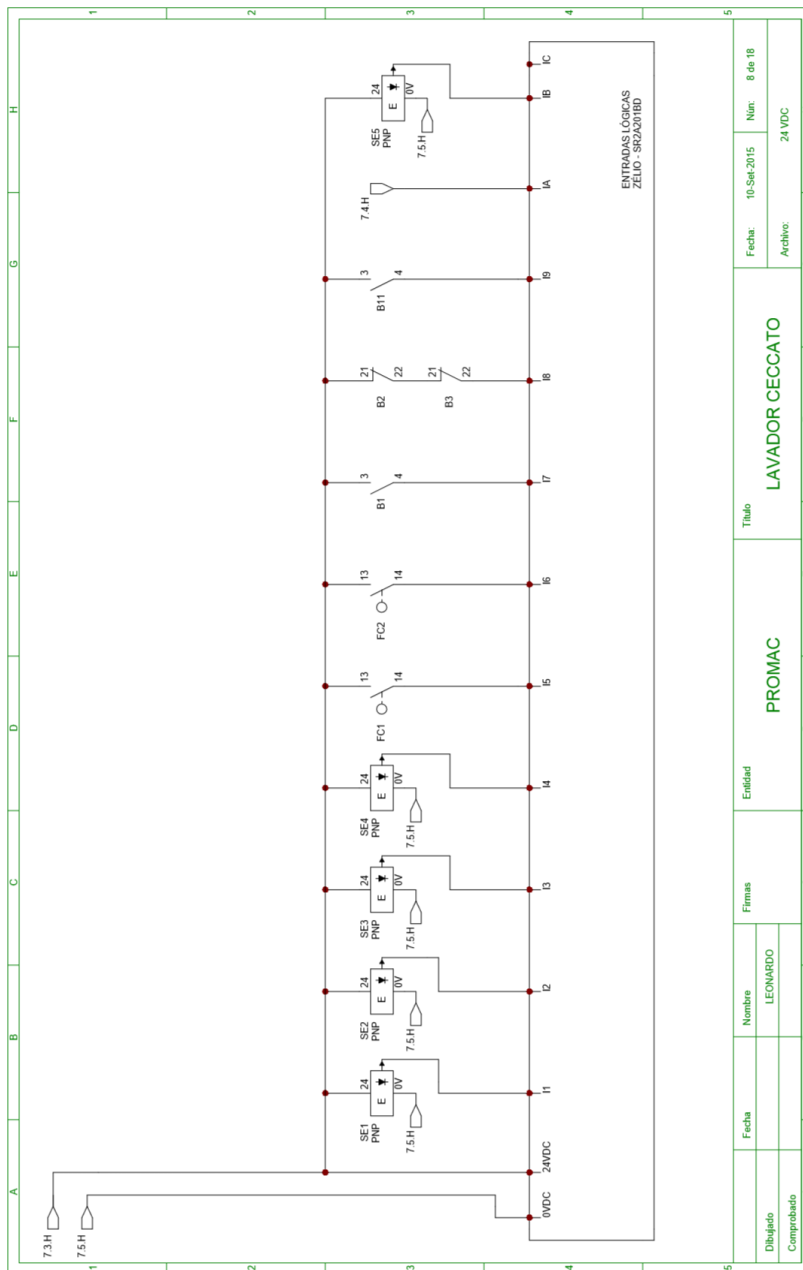
APÊNDICE V: DIAGRAMA DE COMANDO 1

Fonte: Dos autores.



Título		LAVADOR CECCATO	
Fecha:	10-Set-2015	Nº:	7 de 18
Arquivo:	24VAC-2		
Enidad			
Firmas			
Fecha	Nombre	LEONARDO	
Dibujado	Comprobado		

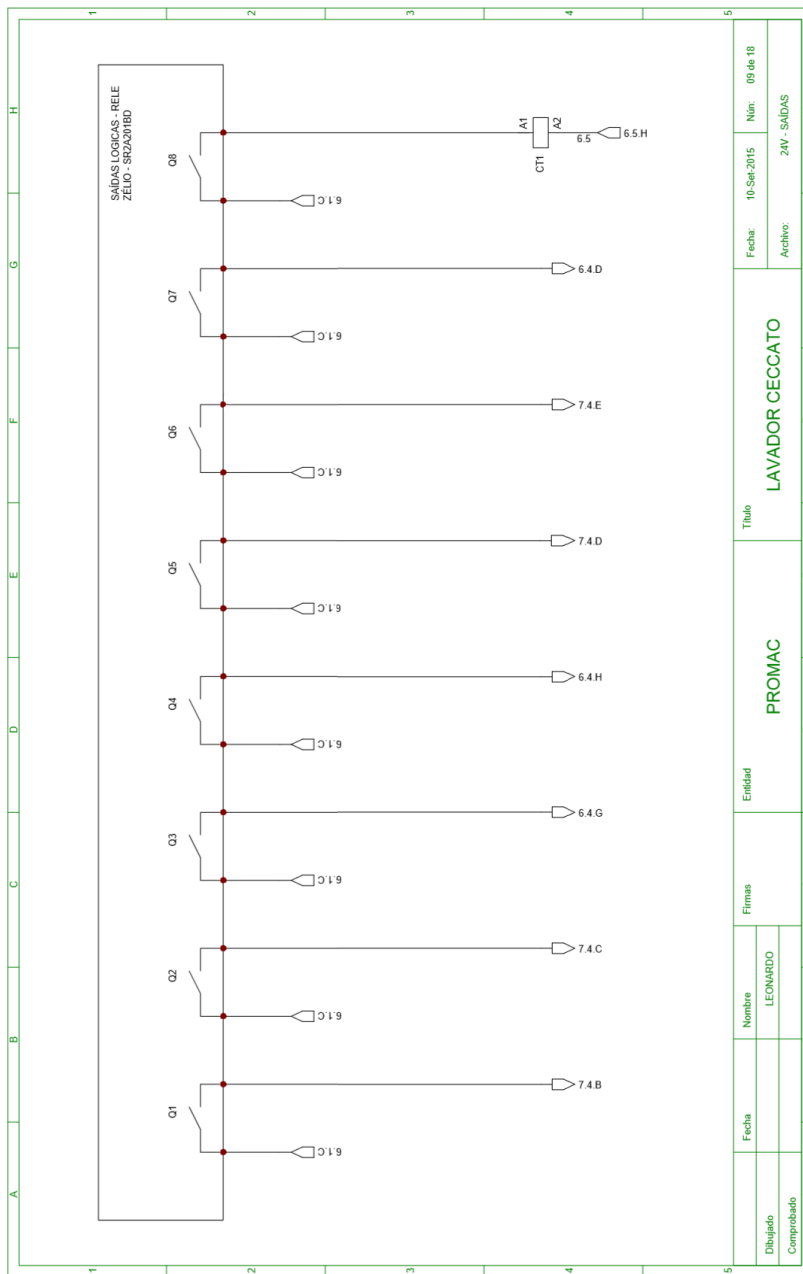
APÊNDICE VI: DIAGRAMA DE COMANDO 2
 Fonte: Dos autores.



Dibujado		Fecha	10-Sep-2015	Núm.	8 de 18
Comprobado		Arquivo		24 VDC	
Entidad			Título		
PROMAC			LAVADOR CECCATO		
Nombre		Firmas			
LEONARDO					

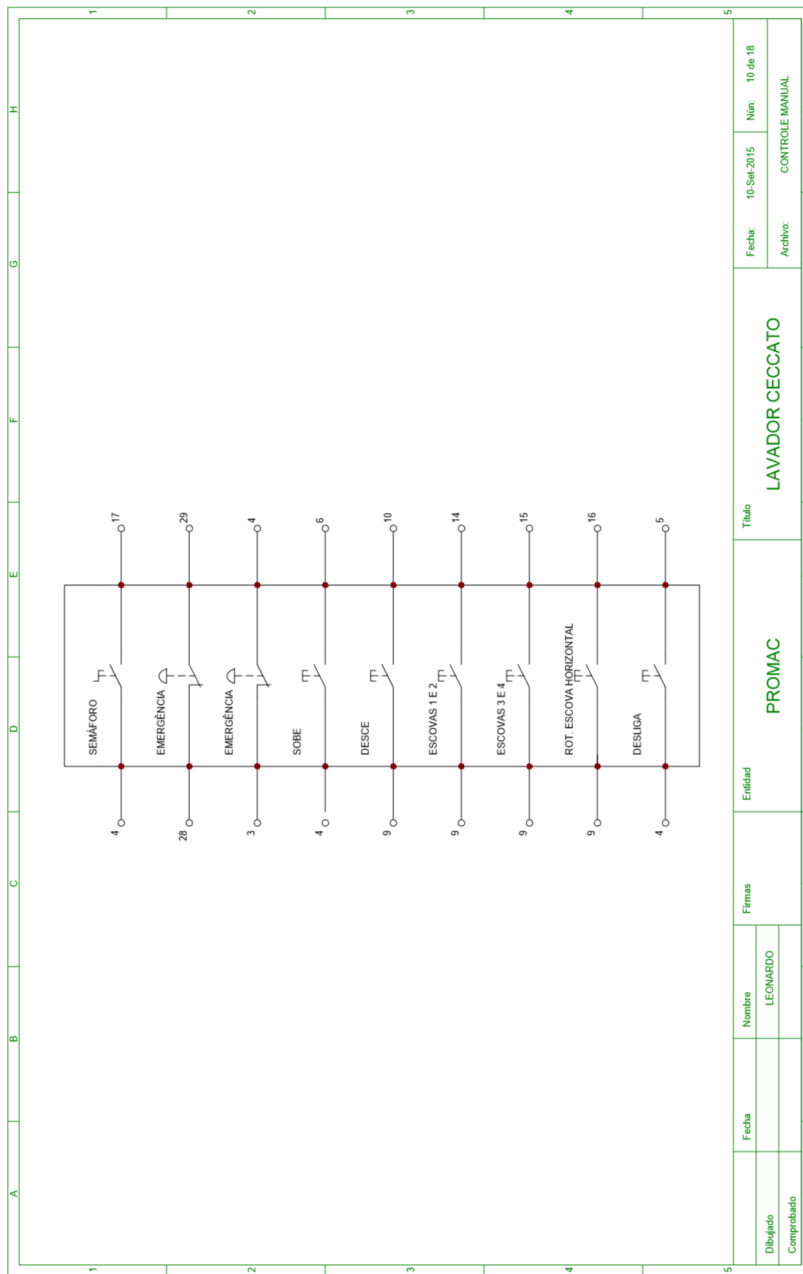
APÊNDICE VII: ENTRADAS LÓGICAS

Fonte: Dos autores.



APÊNDICE VIII: SAIDAS LÓGICAS

Fonte: Dos autores.



Fecha: 10-Sek-2015
 Archivo:
 Num: 10 de 18
 CONTROL MANUAL

LAVADOR CECCATO

Título

Entidad

Firmas

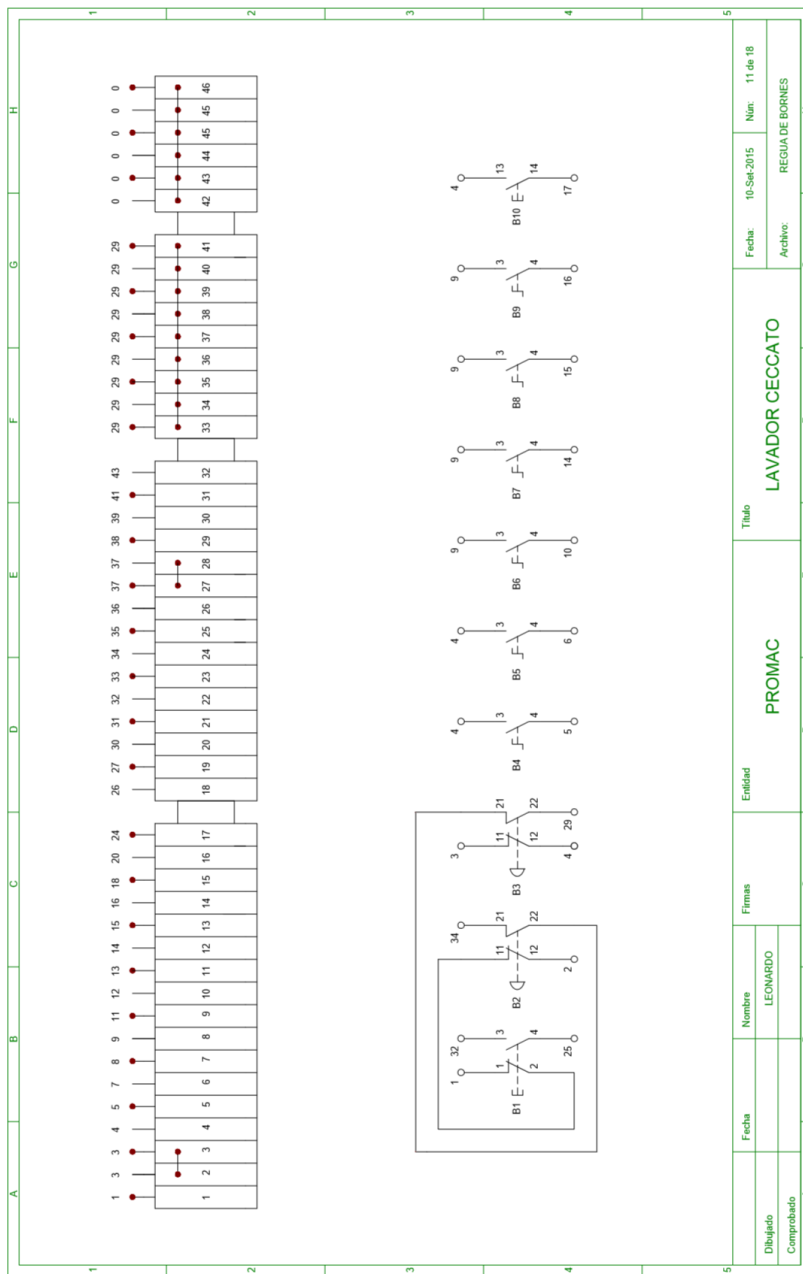
Nombre
 LEONARDO

Fecha

Dibujado
 Comprobado

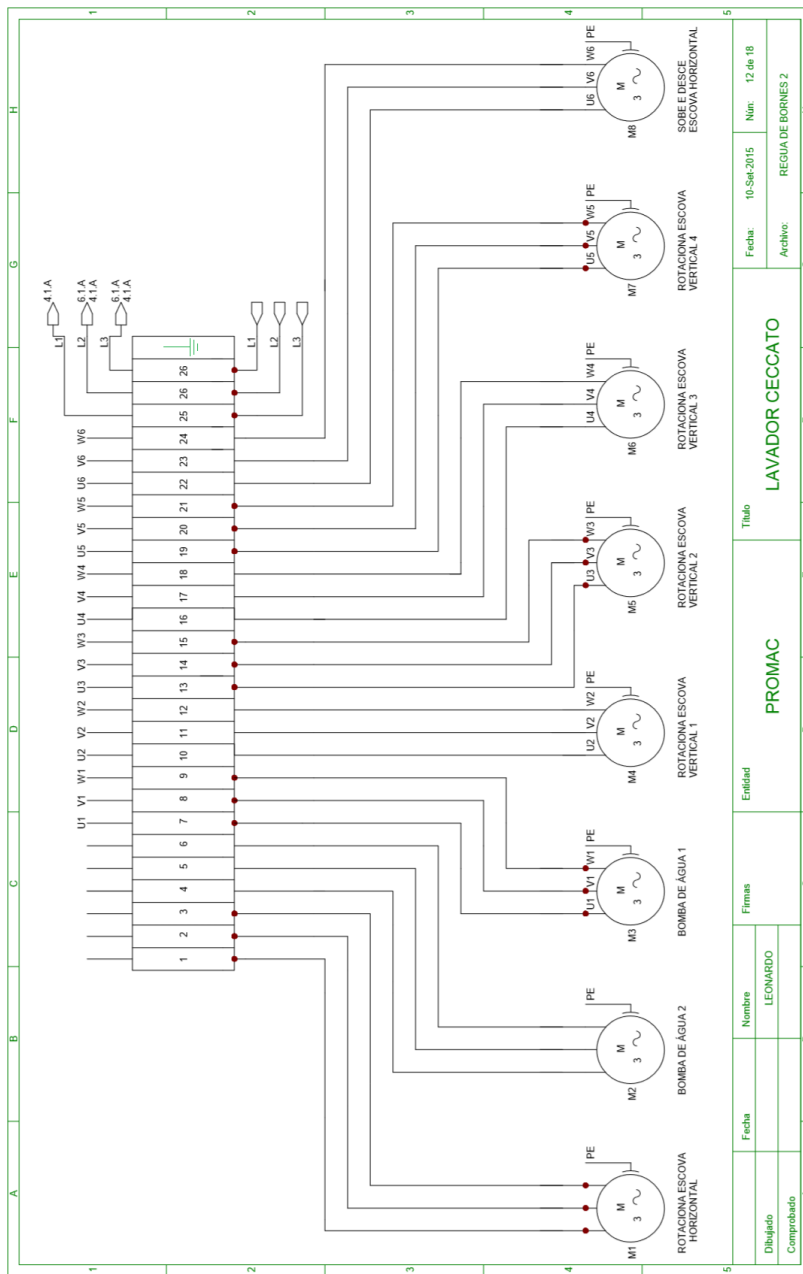
APÊNDICE IX: CONTROLE MANUAL

Fonte: Dos autores.



APÊNDICE X: BORNES DO CIRCUITO DE COMANDO

Fonte: Dos autores.



APÊNDICE XI: BORNES DO CIRCUITO DE FORÇA

Fonte: Dos autores.

Dibujado		Nombre		Entidad		Titulo		Fecha		Num:	
Comprobado		LEONARDO		PROMAC		LAVADOR CECCATO		10-Sep-2015		12 de 18	
								REGIA DE BORNES 2			
								Arquivo:			