

IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO PARA SEPARAÇÃO DE GLICERINA BRUTA DO BIODIESEL EM USINA EXPERIMENTAL

André Luis de Godoy

Resumo: Este trabalho tem seu objetivo principal a separação da glicerina bruta do biodiesel, por um sistema automatizado. Tornando assim a planta da usina experimental mais eficiente, acelerando sua produção, a unidade se localiza no (Ibiotec – Uniara). O processo usado para produção do biodiesel é transesterificação, onde é gerado o biodiesel e glicerina bruta, que após a decantação é separado, esse processo é feito de forma manual e visual. A glicerina apresenta coloração mais escura que o biodiesel, sendo possível a separar utilizando um sensor de cor. Esse projeto propõe a automatização desta etapa da produção, com um sensor de cor (RGB), fazendo a leitura da (glicerina bruta e/ou biodiesel) de acordo com sua tonalidade de cor, o sensor envia um sinal ao rele, que repete esse sinal ao CLP. Que está programado para abrir ou fechar a válvula solenoide. O objetivo com essa melhoria é que a planta experimental da mini usina de biodiesel, consiga aumentar sua produção de forma eficiente e segura.

Palavras chave: Automação, Biodiesel, CLP, Sensor RGB.

IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATED BIODIESEL RAW GLYCERINE SEPARATION SYSTEM IN AN EXPERIMENTAL PLANT

Abstract: This work has as its main objective the separation of crude glycerin from biodiesel by an automated system. Thus making the experimental plant more efficient plant, accelerating its production, the unit is located in (Ibiotec - Uniara). The process used to produce biodiesel is transesterification, where biodiesel and crude glycerin are generated, which after decanting is separated, this process is done manually and visually. Glycerin is darker in color than biodiesel and can be separated using a color sensor. This project proposes the automation of this production step, with a color sensor (RGB), reading (crude glycerin and / or biodiesel) according to its color tone, the sensor sends a signal to the relay, which repeats this signal to the PLC. That is programmed to open or close the solenoid valve. The goal with this improvement is that the experimental plant of the mini biodiesel plant can increase its production efficiently and safely.

Key-words: Automation, Biodiesel, CLP, RGB sensor.

1. Introdução

A importância da produção de biodiesel para o Brasil é evidente, chegou ao maior nível nos últimos dez anos. Por se tratar de um combustível que apresenta inúmeras vantagens para o setor industrial, tendo como subproduto a glicerina.

Já para economia é um grande avanço, por ser considerado um possível substituto ao diesel, combustível derivado do petróleo. A tendência é que o consumo de petróleo aumente de forma exponencial tornando praticamente seu preço impraticável. Com isso a busca por

soluções menos poluentes, que não agrida o meio ambiente gerando uma alternativa sustentável de energia (BAESSO et al., 2016).

A sustentabilidade ambiental deve ser levada em conta, com o biodiesel o impacto ao meio ambiente é reduzido. Por ser feito a partir de fontes renováveis a uma diminuição de emissão de gases poluentes na atmosfera, com aumento na qualidade de vida. O biodiesel não participa do aquecimento global, pois sua queima alcança baixos índices de poluição. A ainda um aumento na geração de emprego no setor agrícola, para os trabalhadores da área rural (BAESSO et al., 2019).

Com o avanço da tecnologia no país e no mundo o biodiesel é considerado o combustível do futuro, derivado de fontes renováveis como óleos vegetais, óleos e gordura residuais, gordura animal, que na presença de um catalisador, reagem com o álcool etílico ou metílico, tornando um combustível de altíssima qualidade com grande potencial na substituição do óleo diesel.

O biodiesel pode ser produzido por micro emulsões, pirólise, reações de esterificação e transesterificação, sendo essa última a alternativa a mais usada. O óleo vegetal, matéria prima, é filtrado e processado com materiais alcalinos para remover gorduras ácidas (MARQUES, 2003).

O biodiesel pode ser puro ou misturado ao diesel mineral, essa mistura é conhecida por (B), mais o número correspondente a sua porcentagem, de biodiesel na mistura. Por exemplo o (B5) tem 5% de biodiesel, (B20) tem 20%, assim sucessivamente até (B100), que é puro. Entre as porções volumétricas as mais utilizadas estão de 5% e 10%, sendo que para a (B5) não a nenhuma adaptação para os motores (ANP, 2019).

No Instituto de Biotecnologia (IBIOTEC) da Universidade de Araraquara (UNIARA), se localiza o laboratório de produção de biodiesel, um centro de pesquisa onde existem vários projetos voltados ao desenvolvimento e produção de biodiesel. Nesse laboratório existe uma mini usina experimental de biodiesel com produção de 80 litros por batelada. O processo usado na mini usina é a transesterificação, o mesmo é formado na reação do óleo vegetal residual de fritura, na presença de um álcool de cadeia curta (metanol ou etanol) e um catalisador básico.

A remoção da glicerina bruta da mistura reacional é realizada por decantação de forma manual e visual, por um operador, abrindo e fechando válvulas. Esse processo é pouco funcional, visto que é muito dependente do operador. Baseado nessa informação, optou-se por implantar um sistema automatizado visando a melhoria e aumento da eficiência desse processo. Tendo como base que a glicerina possui uma coloração mais escura que o biodiesel (Figura 1), pode-se diferenciá-los utilizando um sensor de cor, como por exemplo o sensor RGB.

O sensor proporcionará a tomada de decisão de abertura e fechamento das válvulas do processo de acordo com coloração do produto. Sendo que a abertura da válvula se dará para descarga da glicerina e o fechamento para retenção do biodiesel no decantador. Com a proposta da separação da glicerina bruta, com isso será possível e se tornará muito prático e ágil o processo da produção de biodiesel no local.



Figura – 1 Biodiesel e glicerina

2. Revisão bibliográfica

2.1 Conceito e importância da automação industrial

A automação industrial está integrando o homem ao processo industrial, seguindo um processo de desenvolvimento onde se torna cada vez mais evidente a integração homem máquina, levando em conta projeto e gerenciamento. A definição de automação industrial pode se dizer que é um conjunto de técnicas destinadas a tornar decisões automático em vários processos na indústria, substituindo o trabalho muscular e mental do homem por equipamentos diversos. (SAFETYCONTROL, 2019).

Com o aumento da tecnologia de forma crescente e a chegada da indústria 4.0 a uma necessidade de desenvolver produtos com maior vantagem comparativa que torne seu produto em si diferenciado dos demais, isso leva a criação de uma linha de produção altamente tecnológica e automatizada. (SILVEIRA, 2019).

A automação industrial se torna cada vez mais necessária nas empresas, a uma necessidade global na diminuição de custo de produção. Dentro das aquisições de uma empresa a robótica é a área que ganha cada vez mais espaço, com a automação temos um volume crescente exponencial na produção, maior controle de qualidade menor tempo, esses são alguns dos parâmetros essenciais para uma instituição que agregam valor em seu produto. (ANDRADE, 2019).

2.2 A utilização do controlador lógico programável (CLP)

Quando se trata de automação industrial um dos componentes mais confiáveis para exercer essa tarefa certamente é um CLP (Controlador Logico Programável), dispositivo de computação, tendo seu surgimento em 1970 devido alta demanda da indústria automobilística. (ANDRADE, 2019).

O CLP logo se tornou uma ferramenta essencial na indústria em geral, por se tratar de um equipamento eletrônico digital com hardware e software é com memória programável para armazenar internamente suas instruções e implementação de funções específicas, como logica, sequenciamento, temporização, contagem aritmética e muitas outras funções, compatíveis com as aplicações industriais. (SILVEIRA, 2019).

2.3 Produção do biodiesel

O biocombustível pode ser obtido basicamente de biomassa renovável, como etanol e biocombustível, a partir de óleos e gorduras provenientes de oleaginosas, como girassol, soja, mamona, dendê, também óleos vegetais utilizados em restaurantes, residência, até mesmo gordura animal (ANP, 2019).

O biodiesel pode substituir integral ou parcial o diesel de origem fóssil, em um motor tipo ciclo, ou em outras fontes de geração de energia. Para isso é preciso submeter esse óleo a uma reação química denominada de transesterificação ou alcoolize de triglicerídeos com o principal objetivo de reduzir a viscosidade do óleo a valores compatíveis ao diesel de origem fóssil. Sendo utilizado em um catalisador a reação química consiste de óleos vegetais e gorduras animais com álcool (metanol), por serem biodegradáveis seu impacto ao meio ambiente é minimizado (ANP, 2019).

A figura 2 apresenta o processo de produção utilizado na usina experimental do Ibiotec. No diagrama pode-se ver as etapas do processo de transesterificação, da matéria prima, separação de fases, a recuperação do álcool, os resíduos de glicerina e o próprio biodiesel.

A unidade de processamento de biodiesel é composta pelas seguintes etapas: transesterificação, separação da glicerina, recuperação do álcool e purificação do biodiesel. A transesterificação consiste na reação química entre o óleo (ou gordura animal) e um álcool de cadeia curta (metanol ou etanol), sob a ação de um catalisador (metilato de sódio ou soda caustica). A reação poderá ser em etapas, quando se usa o processo contínuo, ou então em bateladas, em que o processo é executado em um único reator (ANP, 2019).

A reação gera o produto (biodiesel) e um subproduto (glicerina bruta), sendo os dois separados por decantação e/ou centrifugação. Após a separação o biodiesel segue para o processo de recuperação do álcool, que se dá por evaporação seguido de condensação do mesmo, que é reutilizado no processo novamente.

A glicerina bruta, contendo metanol, pode ser submetida a recuperação do álcool, sendo o mesmo destinado ao processo novamente. Esse processo gera um efluente denominado resíduos glicéricos, que deve ser devidamente tratado para descarte.

Após a remoção do álcool do biodiesel o mesmo segue para o processo de purificação, que pode ser via úmida e/ou via seca. A via úmida consiste na lavagem do biodiesel com água, esse processo deve ser realizado até que a água de lavagem (efluente) apresente pH em torno de 7,0. Já a via seca consiste no processo de adsorção, onde utiliza-se resinas de troca iônica para remoção das impurezas contidas no biodiesel. Após essa etapa o produto final deve ser analisado para verificar se está de acordo com os parâmetros estipulados pela ANP.



Figura – 2 Diagrama de produção do biodiesel

2.4 Processos de separação da glicerina do biodiesel

O produto final da reação de transesterificação é o éster (metílico ou etílico), que então segue para o decantador, um vaso horizontal onde a mistura permanece pelo tempo necessário para que as fases de éster e de glicerina se separem devido à diferença de densidade. (ANP, 2019).

3. Metodologia de pesquisa

3.1 Local da pesquisa

Esse projeto foi desenvolvido na planta experimental de produção de biodiesel do Instituto de Biotecnologia (IBIOTEC) da Universidade de Araraquara – UNIARA e teve sua aplicação em uma das etapas do processo de fabricação a decantação. Essa etapa consiste na separação da glicerina bruta do biodiesel.

Sabendo que a glicerina bruta possui uma tonalidade mais escura (marrom escuro) que o biodiesel (amarelo), pode-se diferenciá-los com a utilização de um sensor óptico RGB. O sensor enviará um sinal para abrir a válvula solenoide para descarga da glicerina e outro sinal para fechá-la quando a glicerina tiver sido totalmente removida.

3.2 Característica metodológica

Esse trabalho contém uma vasta pesquisa e estudo bibliográfico, com o intuito de adquirir o maior percentual de informação bibliográfica sobre o assunto e componentes apresentados, levando em conta o melhor sistema de automação a ser utilizado.

A pesquisa bibliográfica foi realizada a partir do levantamento de referências teóricas analisadas, publicada por meios escrito e eletrônico, como livros artigos científicos e sites.

3.3 Descrição do estudo

Inicialmente, foi feito um levantamento para verificar o funcionamento do sistema. Após isso, estudou-se as opções disponíveis e definiu-se os componentes (RGB, a válvula solenoide, o CLP e o rele).

Foi realizado um estudo sobre qual sensor seria utilizado, chegando a definição de utilizar um sensor RGB, levando em conta que a glicerina bruta e do biodiesel não se misturam e que possuem colorações substancialmente diferentes.

Atualmente a planta de produção do IBIOTEC é controlada por um CLP, que recebe o sinal do rele, o rele está sendo utilizado como um acoplador de sinal pois o sensor e o CLP possui saída diferente. A válvula solenoide foi colocada na saída do decantador. Essa válvula tem a função de abrir e fechar de forma automatizada sem auxílio manual, sempre que receber o comando do CLP, com isso a etapa de decantação da unidade do IBIOTEC passará a ser automatizada.

3.6 Materiais e métodos

3.6.1 Softwares

CAD e SIMU 3.0 – Software utilizado para elaborar diagramas e comandos elétricos, com CLP integrado, utilizado na automação industrial.

Master Tool IEC XE 2.09 – Software utilizado para desenvolver programas capaz de se comunicar com CLPs.

3.6.2 Planta de Produção de Biodiesel do IBIOTEC

A usina experimental do ibiotec é uma moderna unidade didática que foi projetada visando produção mais limpa, uma produção que não gera resíduos, e reutiliza os insumos recuperados no processo. A planta possui sistema de carregamento com dois tanques, um reator para reação de transesterificação com sistema de agitação hidráulica e aquecimento, um decantador para separação da glicerina bruta do biodiesel, um reator com condensador para recuperação do álcool do biodiesel, duas colunas contendo resina de troca iônica para purificação via seca do biodiesel e um tanque para o produto final.

3.6.3 clp

O CLP utilizado é o modelo da Siemens CPU Simatec S7-1200 1214C, controlador compacto, 100 Kbytes de memória para programas de usuário / dados, contem (14) entradas digitais (10) saídas digitais 24V DC, (2) entradas analógicas 0-10V CC. Este modelo de CLP atende os objetivos do projeto, podendo ainda ser utilizado futuramente para algum up grade.

3.6.5 Sensor RGB

O sensor utilizado é o DM-18T, esse sensor detecta qualquer cor ou marca, pois possui um sistema RGB com seleção automática da fonte de luz (LEDs vermelho, verde e azul). O microcontrolador seleciona o LED apropriado de acordo com a cor do seu objeto a ser detectado, o sensor monitora o contraste entre o fundo e o alvo, é capaz de detectar a diferença entre as cores.

Modelo	Fabricante	Tensão (volt)	Corrente (Ampere)	Distância	Saída	Temperatura
DM-18T	Sense	220V	25mA (24V)	-2/18mm	PNP	-25°C a 55°C

Fonte: Próprio autor (2019)

Tabela 2 – Especificações do sensor

3.6.6 Relê de interface

Reles são equipamentos eletromecânicos tendo seu funcionamento acionado por um pulso elétrico magnético, servindo para ligar e desligar dispositivos. A principal parte de um relê é a bobina, no momento que for acionada ela irá empurrar o contato (A) do relê em direção do contato (B), fechando o contato.

Quando a corrente deixa de circular na bobina relê o campo magnético desaparece, fazendo assim voltar para sua posição inicial pela ação da mola. Tendo também como característica muito importante o isolamento do circuito de controle em relação ao que está sendo controlado. Esse tipo de isolamento é importante em circuito de alta tensão (SILVEIRA, 2019).

3.6.7 Válvula solenoide

Segundo Jefferson (2019), as válvulas solenoides são dispositivos eletromecânicos compostos por corpo e bobina que podem ser utilizadas em diversas áreas da engenharia de controle. Atualmente essas válvulas estão sendo amplamente empregadas em plantas industriais e equipamentos,

No presente estudo foi adotada uma válvula solenoide de ½ polegada, 24V e tensão de 220V, que atuara no controle e fluxo de glicerina. A figura 6 ilustra o modelo dessa válvula.

4. Descrição dos componentes

4.1 Tempo de decantação da glicerina bruta do biodiesel

De acordo com o estudo realizado por Gouvea (2013) na Unidade Experimental de Produção de Biodiesel do IBIOTEC, é possível verificar uma redução no volume de glicerina bruta do biodiesel com o tempo de decantação. Os dados mostram um volume da ordem de 7% no tempo inicial e 0,1% após 24 horas. Entre os tempos 0 e 2 horas a separação apresentou-se bastante expressiva, no entanto a partir de 2 horas a separação ocorre de forma lenta.

Os dados possibilitaram afirmar que o tempo de decantação adotado na usina experimental do IBIOTEC deve ser de 24 horas e isso somente é possível por se tratar de uma unidade experimental, pois em uma unidade industrial, com alta produtividade torna-se inviável realizar etapas com tempos tão extensos (GOUVEIA, 2013).

4.2 Processo automatizado de separação da glicerina bruta na unidade experimental

Com a automação da etapa no processo de separação, se torna dispensada a presença de um operador para fazer o controle do fluxo de glicerina bruta. Com a implantação do sensor RGB na linha de produção fazendo a leitura e se comunicando com o CLP tem-se um processo autônomo.

4.2.1 Interligação dos componentes

Foi utilizado um Controlador Logico Programável (CLP), um relé, uma válvula solenoide e um sensor led fotoelétrico RGB. O CLP foi utilizado com o intuito de controlar os processos industrial e manufatura, com grande aceitação devido a sua facilidade de programação. Utiliza-se da lógica de relés fácil de entender gerando menos códigos cabendo na pequena memória de CLP.

Sabendo que na maioria das vezes o CLP trabalha com tensão de 24 V, o mesmo foi alimentado como positivo sua entrada (P1), e neutro (P2). Utilizou-se um relé na saída (Q1) do CLP para fazer a ligação com a válvula solenoide. No caso deste projeto o relé servirá como controlador e proteção, recebendo os sinais emitidos pelo sensor e gerando sinais de parâmetros para o CLP, que executará a próxima tarefa, que é abrir ou fechar a válvula do decantador. Assim é necessário conter uma válvula solenoide para receber o sinal energizado do CLP para abrir ou fechar o fluxo de glicerina, sem auxílio visual e manual com maior precisão.

O sensor RGB é alimentado com seu borne 1 sendo a fase (positivo), e seu borne 2 com o neutro (negativo), a fase foi feito um jumper para o borne 3 que é o comum do sensor, o borne 4 é normalmente fecha e o 5 normalmente aberto.

A válvula solenoide está acoplada a um relé, para operar contatos elétricos. Os contatos são abertos ou fechados, conforme a energização – (liga/desliga) da bobina. São disponíveis na construção normalmente fechada ou normalmente aberta. A válvula normalmente fechada abre, quando se aplica corrente (energiza) e fecha quando a corrente é cortada. A válvula normalmente aberta fecha quando a corrente é aplicada e abre quando a corrente é cortada. Os termos normalmente aberto ou normalmente fechado se referem à posição antes da aplicação da corrente (PEREZ, 2011).

Para fazer o acionamento da válvula é necessário a leitura do sensor que faz o acionamento do relé que envia um comando para o CLP que energiza a bobina do solenoide, que por sua vez permitirá o fluxo para fora, no caso a glicerina líquida. Quando acabar toda a glicerina o sensor indica que não está visualizando, fazendo outra leitura, novamente o CLP recebe um sinal e deixará de energizar a válvula solenoide, fazendo com que ela se feche, interrompendo o fluxo de glicerina.

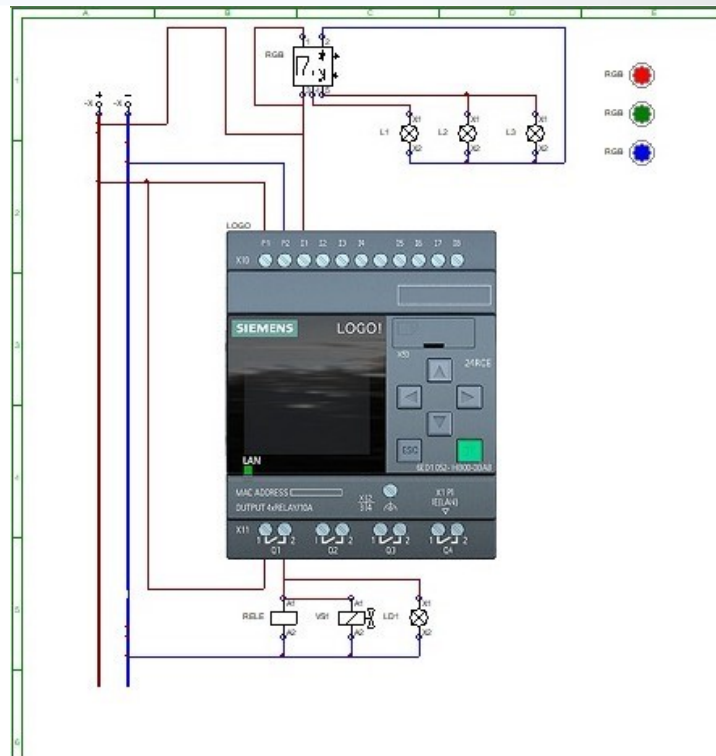


Figura 3 – Esquema elétrico do projeto

4.2.2 Programação do clp

Foi desenvolvido um programa com finalidade de controlar o fluxo de glicerina bruta. As etapas do programa, consistem em fazer o acionamento do sensor no instante que será feita a leitura/identificação da glicerina. O programa desenvolvido no CLP é de linguagem Ladder, o mesmo executará o acionamento para a abertura da válvula solenoide sempre que o sensor identificar a glicerina. Assim que o sensor passar a identificar o biodiesel, ou seja, não houver mais glicerina a válvula se manterá aberta por três segundos para garantir a saída de toda glicerina da tubulação.

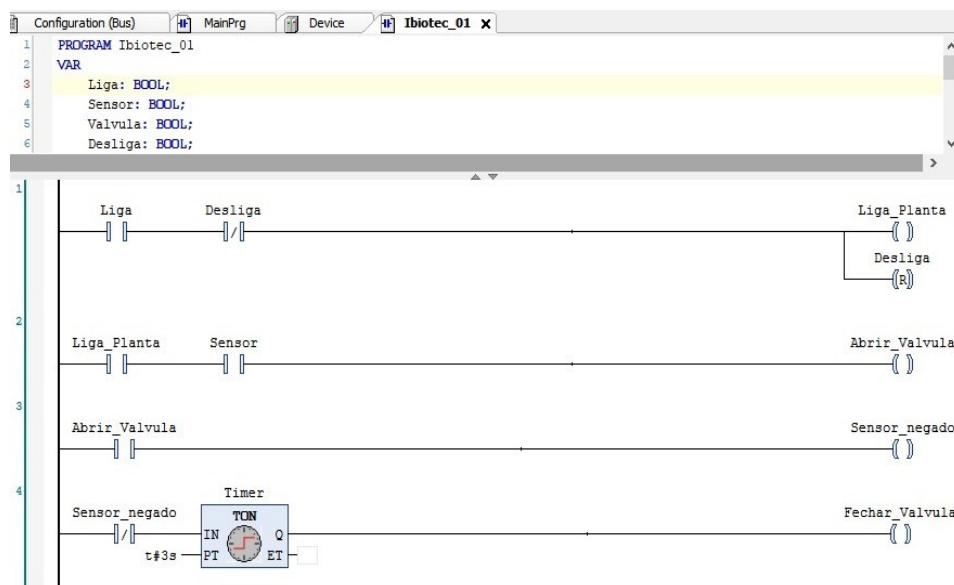


Figura 4 – Programa do clp

4.3 Custos do projeto

A tabela 1 apresenta os custos dos componentes individuais, bem como o custo total do sistema proposto.

Componente	Fornecedor	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Válvula solenoide	MTI Brasil	1	R\$ 137,00	R\$ 137,00
Relé de interface	Metaltext	1	R\$ 57,99	R\$ 57,99
Sensor RGB	Senser	1	R\$ 720,00	R\$ 720,00
			Total	R\$ 914,00

Fonte: Próprio autor (2019)

Tabela 1 – Custo dos componentes

5. Conclusão

A automação da etapa de decantação da glicerina bruta, na unidade experimental de biodiesel garantiria uma produção mais padronizada e controlada.

A utilização do CLP já integrado na usina como controlador do sistema se mostrou eficaz neste tipo de aplicação, pois permite a integração com diversos equipamentos como o sensor RGB. O emprego do sensor permite que o monitoramento do processo de produção na unidade se torne de forma fácil e objetiva para o operador.

Conclui-se que a aplicação da automação proposta seria absolutamente de grande relevância, o estudo foi de grande valia para Engenharia Mecatrônica na qual se mostrou necessário a busca de conhecimento em diversas áreas a fim de se obter uma solução que resolva o problema apresentado.

6. Referência

SAFETYCONTROL. Disponível em:

<<http://www.safetycontrol.ind.br/produtos/control-de-maquinas/interfaces-industriais/rees-de-interface/rele-788-384>>. Acesso em: 17 março, 2019.

MUNDO DA ELÉTRICA. Disponível em:

<<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-rele-como-funciona-um-rele/>>. Acesso em: 17 março, 2019.

SIEMENS. Disponível em: <<https://w3.siemens.com.br/automation/br/pt/automacao-e-controle/automacao-industrial/simatic-plc/pages/default.aspx>>. Acesso em: 16 março, 2019.

SILVEIRA. CITISYSTEMS. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/clp/>>. Acesso em: 15 março, 2019.

JEFFERSON ENGENHARIA DE PROCESSOS INDUSTRIAIS. Disponível em: <<https://www.jefferson.ind.br/conteudo/valvula-solenoide.html>>. Acesso em: 15 março, 2019.

SMATEC. Disponível em: < <https://www.smartec-automacao.com.br/portfolio-item/sensor-fotoeletrico-kts-4155-407/>>. Acesso em: 14 março, 2019.

ALTOMAC. Disponível em: < <http://www.altomac.com.br>>. Acesso em: 15 março, 2019.

ANP. **Biocombustíveis: Biodiesel**. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/>>. Acesso em: 17 março, 2019.

RIBEIRO, Marcos Antônio. **Instrumentação. 8ª Ed**, São Paulo, Tek Treinamento e Consultoria Ltda., 1999. Acesso em: 16 março, 2019.

SILVEIRA. **CITISYSTEMS**. Disponível em: < <https://www.citisystems.com.br/sensores-opticos/>>. Acesso em: 15 março, 2019.

SCILO. **Produção de Biodiesel**. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422007000300019&script=sci_arttext>. Acesso em: 14 março, 2019.

INFOESCOLA. **Biodiesel**. Disponível em: < <https://www.infoescola.com/quimica/biodiesel/>>. Acesso em: 14 março, 2019.

LADEBIO. **Processo de Produção Industrial de Biodiesel**. Disponível em: < <http://www.labcat.org/ladebio/pub/minibiodiesel-UFSCar-murilo-2.pdf>>. Acesso em 12 março, 2019.

SILVEIRA. **Como funciona a válvula solenoide e quais são os tipos existentes**. Disponível em: < <https://www.citisystems.com.br/valvula-solenoide/>>. Acesso em: 16 março, 2019.

SOLUÇÕES INDUSTRIAIS. **Válvula solenoide**. Disponível em: < <https://www.solucoesindustriais.com.br/>>. Acesso em: 17 março, 2019.

MARQUES, F. **Menos Dependentes do Petróleo**. Revista Ciência Hoje, São Paulo, ano 2003, nº 194, p. 44 e 45.

BAESSO, A.C. et. al. **Produção de biodiesel**. Disponível em: < <http://revista.unilus.edu.br/index.php/ruep/article/view/635>>. Acesso em: 14 março, 2019.

CAMILA ANDRADE. **Sala da elétrica**. Disponível em: < <https://www.saladaeletrica.com.br/o-que-e-clp/>>. Acesso em: 24 abril, 2019.

GOUVEIA, **Determinação do tempo ótimo de decantação de uma unidade experimental de produção de biodiesel**. Acesso em: 08 maio, 2019.

MACEDO, **Biodieselbr**. Disponível em: < <https://www.biodieselbr.com>>. Acesso em: 26 julho, 2019.

KAYENSE, **Sensor de fibra optica RGB de alta potência**. Disponível em:

<https://www.keyence.com.br/products/sensor/photoelectric/cz-v20/applications/index.jsp>

>. Acesso em: 26 julho, 2019.