

AUTOMAÇÃO DO PRÉ-TRATAMENTO DA MATÉRIA-PRIMA PARA A PRODUÇÃO DO BIODIESEL

ISABELA CAROLINE GOMES FERREIRA¹

¹Graduanda de Engenharia Mecatrônica, UNIARA, Araraquara-SP, isacrln@outlook.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo uma proposta de automação da etapa inicial da produção do biodiesel, o pré-tratamento da matéria. O projeto foi desenvolvido no Laboratório Experimental de Produção de Biodiesel da Universidade de Araraquara – UNIARA. Foi proposta a instalação de sensores de cor para diferenciação entre o rejeito e o óleo vegetal, sensores de nível no reator, válvulas automáticas ligando o tanque de decantação T1 ao reator, a instalação de um Controlador Lógico Programável (CLP) junto com a Interface Homem-Máquina (IHM) para controle, visualização do supervisor e otimização do trabalho. No reator o aquecimento se dava por meio de uma resistência elétrica e a agitação com o auxílio de uma bomba hidráulica. Com isso, espera-se um sistema mais eficiente, com um controle confiável e flexível, otimizando esta etapa do processo e minimizando os desperdícios.

PALAVRAS-CHAVE: CLP, Sensor, Válvula.

AUTOMATION OF RAW MATERIAL PRE-TREATMENT FOR THE PRODUCTION OF BIODIESEL

ABSTRACT: The present work has as objective a proposal for the automation of the initial stage of biodiesel production, the pre-treatment of the substance. The project was developed at the Experimental Laboratory of Biodiesel Production at the University of Araraquara – UNIARA. It was proposed to install color sensors to differentiate between residue and vegetable oil, level sensors in the reactor, automatic valves connecting the T1 settling tank to the reactor, the installation of a Programmable Logic Controller (PLC) along with the Human Interface -Machine (HMI) for control, supervisory visualization and work optimization. In the reactor, heating took place by an electrical resistance and agitation with the support of a hydraulic pump. With this, a more efficient system is expected, with a reliable and flexible control, optimizing this stage of the process and minimizing waste.

KEYWORDS: PLC, SENSOR, VALVE.

INTRODUÇÃO

O Biodiesel é um biocombustível proveniente de fontes renováveis, sustentável que pode substituir parcial ou totalmente o diesel, combustível de origem não renovável. O mesmo pode ser fabricado via transesterificação, esterificação ou transesterificação a partir da reação de óleos vegetais, entre eles os óleos residuais de fritura, ou gorduras animais com um álcool de cadeia curta (metanol ou etanol) em presença de um catalisador (ácido ou básico). (ALLEMAN, MCCORMICK, *et al.*, 2016).

Estudos apontam que existem também outras matérias-primas promissoras para a produção do biodiesel, como algumas algas marinhas e microalgas, porém os custos para o cultivo e extração do óleo destas ainda é elevado. (RODRIGUES, 2012).

O biodiesel produzido, principalmente a partir de óleos vegetais residuais de fritura necessitam de um pré-tratamento, pois esses materiais apresentam elevadas quantidades de resíduos sólidos (restos de alimentos) e elevados índices de umidade e acidez. Os sólidos, além de prejudicar a conversão da matéria prima a biodiesel, podem danificar os equipamentos. Já os elevados teores de

umidade e acidez podem ocasionar a hidrólise do óleo e a formação de sabão durante a reação de transesterificação. (EDGAR, 2013).

Portanto, antes da produção do biodiesel, primeiramente as impurezas sólidas devem ser removidas, por decantação ou filtração. A água geralmente é removida por evaporação e o índice de acidez ajustado por meio da neutralização com uma solução alcalina. (EDGAR, 2013).

O Instituto de Biotecnologia (IBIOTEC) da Universidade de Araraquara (UNIARA) possui uma Unidade Experimental de Produção de Biodiesel com capacidade produtiva de 80L de biodiesel por batelada. A produção se dá via transesterificação a partir da reação entre óleos residuais de fritura e metanol na presença de um catalisador básico (metóxido de sódio).

Visando o pré-tratamento da matéria prima para produção do biodiesel, foi desenvolvido um sistema dotado de um decantador com capacidade de 200 L para remoção dos sólidos e um reator de 200 L com sistema de aquecimento por resistência elétrica e agitação hidráulica para remoção da umidade e neutralização do óleo.

O sistema, que não possui nenhum tipo de automação, utiliza a gravidade para remoção dos dejetos na etapa de decantação e, também, para envio do óleo para o reator de secagem e neutralização. Já o envio do óleo tratado para a unidade produtiva se dá por meio da bomba utilizada para agitação no reator do sistema de pré-tratamento. Nesse sistema, o acionamento das válvulas, da resistência elétrica e da bomba hidráulica é realizado de forma manual, tornando o processo extremamente dependente das ações e controle do operador.

Por esse motivo, o presente projeto tem como objetivo propor a automatização do pré-tratamento da matéria prima utilizada para a produção do biodiesel na Unidade Experimental de Biodiesel do IBIOTEC da UNIARA. A proposta consiste na implantação de um Controlador Lógico Programável (CLP), contendo uma Interface Homem Máquina (IHM) intuitiva e de fácil manipulação. O novo sistema atuará na abertura e fechamento das válvulas de forma autônoma, no monitoramento e controle da temperatura, no acionamento da bomba hidráulica e da resistência elétrica, ambos condicionados aos dados dos sensores de cor e de nível devidamente instalado no sistema.

Portanto, acredita-se que a automação do sistema proporcionará a eliminação de possíveis falhas operacionais aumentando a eficiência e otimização de horas, obtendo-se um produto com melhor qualidade e confiabilidade, isso trará benfeitorias ao processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A matéria-prima utilizada para a produção do biodiesel precisa passar por várias etapas no processo de produção, etapas importantes e que precisam ser seguidas de forma certa para que a reação seja completada com êxito. Devido ao fato de ter que seguir essas etapas sem erro, se faz necessário a automação do processo, pois terá melhor controle do procedimento e melhor resultado ao final. (MACEDO, 2018).

Segundo Da Cás (2017), a fabricação de biodiesel é dividida em cinco partes, dentre elas a preparação da matéria-prima, e se faz necessária a automação desta etapa por geralmente ser feita de forma manual, o que torna o tempo de fabricação do biodiesel longo e não garante que esteja com qualidade ideal para o uso.

Bolton (2006) em seu livro “Programmable Logic Controllers” conta que o CLP é baseado em um microprocessador, usando memória programável para armazenamento de informações, funções e outras ações para controle de máquinas industriais. Comenta ainda que os desenvolvedores do CLP o fizeram simples e de fácil entendimento, podendo ser operado por pessoas com pouco conhecimento de programação.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Metodologia

O sistema atual utilizado para o pré-tratamento do óleo residual de fritura para utilização como matéria prima para produção de biodiesel. O conjunto é composto por dois tambores metálicos, com capacidade de 200 L cada, sendo os tambores de decantação e o reator. Além dos tambores, há uma bomba hidráulica de 1/2 CV e vazão máxima de 10 m³/h, uma resistência elétrica de 9.000 W e três válvulas. O conjunto é conectado por mangueiras flexíveis de material resistente ao óleo e a temperatura.

O processo tem início com o carregamento do óleo de fritura no decantador. O carregamento e o controle do volume no decantador dependem do operador. Após o período de decantação, a válvula é aberta manualmente para o escoamento do rejeito e terminada a remoção a válvula é fechada.

Na sequência, a válvula é aberta manualmente para a transferência do óleo para o reator. Neste reator ocorrerá a secagem do óleo, ou seja, será eliminado o excesso de umidade do mesmo. O processo de aquecimento se dá por meio de uma resistência elétrica, também acionada manualmente. O controle da temperatura e o tempo de secagem do óleo também são monitorados pelo operador.

Na saída do reator, antes da bomba hidráulica, há uma válvula. A mesma é aberta sempre que necessário proceder a recirculação do óleo no reator e/ou transferir o óleo para o reator de transesterificação da unidade de produção de biodiesel.

Com isso, o presente trabalho tem como objetivo propor a otimização do processo de pré-tratamento do óleo de fritura, para uso como matéria prima para produção do biodiesel. A pesquisa de campo tem o intuito de coletar dados para automação dessa etapa do processo de fabricação do biodiesel.

Materiais

Foi utilizado o SolidWorks 2016 para criação do projeto em 3D da proposta, juntamente com o software Clic02 Edit da WEG, para desenvolvimento da programação do CLP utilizou-se a linguagem Ladder, por ser uma linguagem de fácil entendimento, utilizando funções lógicas através de contatos e bobinas, além de ser bastante utilizada no setor industrial.

Para este projeto é fundamental que possua um controlador para a automação, com isso, foi escolhido a série PLC300 da Weg com IHM incorporada, o item possui 10 entradas digitais e 1 analógica, e 9 saídas digitais, o que facilita em futuras automações caso se faça necessário. O CLP irá controlar o processo da decantação no tanque 1 até a agitação no tanque 2 para remoção dos resquícios de umidade através do controle dos sensores, válvulas solenoides, resistência elétrica e bomba de agitação hidráulica, fazendo com que não tenha interação humana com o processo.

A válvula solenóide é a junção do solenóide com o núcleo e seu obturador, conectados a um orifício que permite ou impede o fluxo de determinado conteúdo quando a bobina está energizada. (HANNIFIN, 2002).

As válvulas escolhidas para o projeto são do tipo solenóide servo-operada, ideais na automação industrial em ambientes de controle de corrosivos, além de um sistema de melhor desempenho a alta pressão. Serão válvulas de 2 vias do fabricante Parker, sendo NF (normalmente fechada) e NA (normalmente aberta), ideal para óleos, gases, etc.

No presente projeto será instalada uma resistência de 9.000 W no novo reator que será ligada juntamente com a bomba hidráulica para agitação do óleo, o que em conjunto com a resistência terá melhor qualidade no óleo, porém esse tipo de resistência só pode ser ligada se estiver completamente submersa.

O sensor escolhido é da marca ICOS, modelo LA16M-40, ideal para óleo, portando será usado no reator para controle e segurança da matéria, assim o processo não poderá iniciar sem que o nível esteja baixo.

Para a tomada de decisão da válvula sobre abertura e fechamento para liberação do rejeito e para o envio do óleo para o reator, será utilizado o sensor de cor para detecção de acordo com a coloração do óleo. Será utilizado o sensor RGB da marca Sense, modelo DM-18T, devido ao sistema RGB com seleção automática de luz, este sensor detecta qualquer cor, podendo identificar a diferença de cores entre o rejeito e o óleo.

Atualmente no reator é utilizada agitação hidráulica, portanto será reaproveitada a mesma bomba de 1/2CV e vazão de 10m³/h no novo projeto. Este tipo de agitação é imprescindível o trabalho em conjunto com a resistência, para que se tenha uma melhor qualidade do produto e aquecimento por completo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente projeto visa controlar a etapa de pré-tratamento do óleo de fritura através de um CLP, onde todos os componentes eletrônicos serão conectados. Na etapa inicial o tanque de decantação será abastecido com o óleo, que permanecerá em repouso por um período 24h ou por um tempo a ser determinado. Nessa etapa, espera-se que o rejeito vá totalmente para o fundo do tanque.

Após o enchimento do decantador o operador fará o acionamento do CLP para que o sensor de cor seja acionado, após recorrido o tempo de decantação, identifique o rejeito e envie um sinal para que o CLP abra a válvula para o descarte do mesmo. Assim que o sensor de cor identificar que todo o rejeito foi removido, a válvula será fechada.

Em seguida o óleo isento de rejeitos grosseiros será transferido ao reator. O volume do óleo no reator estará condicionado ao um sensor de nível, que estará instalado no limite de 70% da capacidade do reator.

Com a detecção do nível cheio do reator, a resistência elétrica e a bomba hidráulica de agitação serão acionadas juntamente com um cronômetro. O tempo de processamento deverá ser determinado de acordo com o índice de umidade do óleo, podendo ser variável. Após o término do tempo, o CLP desligará os componentes e indicará a finalização do processo.

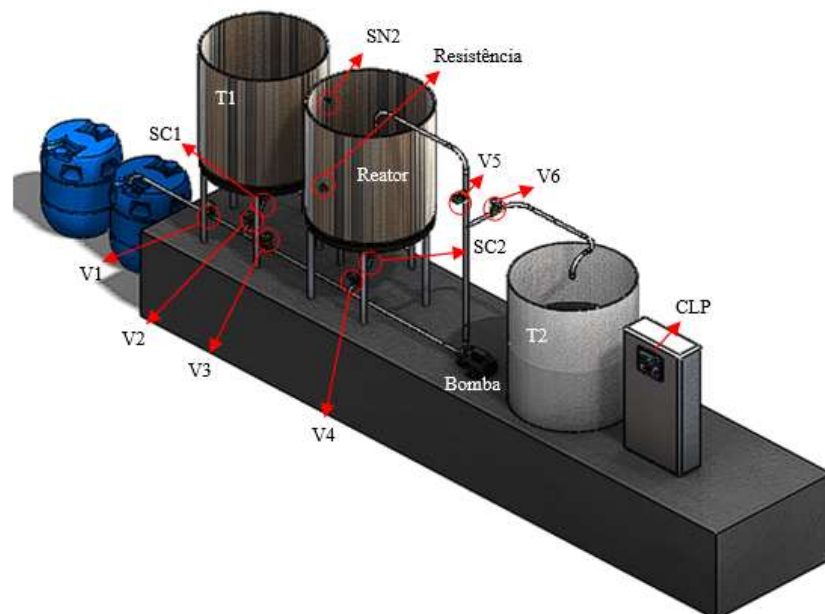
A alimentação do CLP é feita através da rede bifásica com um disjuntor de proteção. Todos os componentes eletrônicos estão conectados no CLP da Weg. A bomba está conectada em um disjuntor motor, específico para motores. Nas entradas digitais do CLP estão conectados os sensores de cor e de nível e nas saídas digitais estão os relês que acionam a resistência, a bomba e as válvulas. Estes relês acionam os contatores que estão conectados à rede elétrica com um disjuntor de proteção.

O CLP executará os comandos após acionamento pelo operador. Para que todo o processo seja desenvolvido, é necessário seguir uma programação. A mesma foi desenvolvida em linguagem Ladder, onde após acionamento deverá esperar um tempo de decantação para depois liberar o rejeito e carregar o reator, e caso o nível seja atingido a bomba e a resistência serão acionadas onde contará o tempo pré-determinado de agitação e aquecimento. Assim que o tempo for atingido, o programa desligará a resistência e a bomba.

A figura 1 apresenta o sistema automatizado que será utilizado para o pré-tratamento do óleo residual de fritura para a utilização como matéria prima para a produção de biodiesel.

O projeto é composto por três tambores metálicos, com capacidade de 200 L cada, sendo os tambores de decantação (T1), o reator e o reator de transesterificação (T2) e 2 galões de 50L cada para descarte de rejeito. Além dos tambores, há uma bomba hidráulica de 1/2 CV e vazão máxima de 10 m³/h, uma resistência elétrica de 9.000 W, seis válvulas solenóides (V1, V2, V3, V4, V5 e V6), dois sensores de cor (SC1 e SC2), dois sensores de nível (SN1 e SN2) e um controlador lógico programável (CLP). O conjunto é conectado por tubulação de material resistente ao óleo e a temperatura.

Figura 1. Projeto do sistema automatizado.



O funcionamento do sistema automatizado de pré-tratamento do óleo residual de fritura tem quatro etapas. A primeira etapa, a decantação, consiste na separação dos rejeitos provenientes dos alimentos que se encontram presentes no óleo. Primeiramente realiza-se o carregamento do óleo no

tanque T1. Após o abastecimento o CLP será acionado e a matéria ficará em repouso por um período pré-determinado pelo operador. Encerrado o tempo de decantação o sensor de cor SC 1 será acionado e por diferença de coloração identificará a presença de rejeito ou óleo. Identificado o rejeito, o SC 1 enviará um sinal ao CLP, que enviará o comando para a abertura das válvulas V1 e V2 e fechamento da V3, para que o rejeito seja enviado aos reservatórios de rejeito. Após o descarte do rejeito, o SC 1 acionará novamente o CLP, indicando que acabou o rejeito, para o fechamento das válvulas V1 e V2 e seguirá para a próxima etapa.

A segunda etapa consiste na transferência do óleo do T1 para o reator. Finalizado o descarte do rejeito o SC 1 identificará o óleo limpo e enviará um sinal para o CLP, que enviará um comando para a abertura das válvulas V2 e V3, com isso a bomba será acionada abastecendo o reator. Após enviado todo o óleo, o CLP perguntará se o sensor de nível SN 2 foi atingido, caso sim, a bomba será desligada e V2 e V3 serão fechadas e seguirá para a próxima etapa, caso não, será necessário continuar o abastecimento do reator até atingir o SN 2.

A terceira etapa consiste na secagem do óleo, pois essa matéria apresenta teores de umidade variáveis de acordo com sua procedência. Após abastecido o reator (etapa 2), V4 e V5 serão abertas e V6 será fechada, a bomba será acionada e o CLP perguntará se o sensor de nível SN 1 foi atingido, caso sim, será ligada a resistência elétrica por um período pré-determinado. Finalizado o tempo de processamento a resistência será desligada e na sequência a bomba, então V4 e V5 serão fechadas e seguirá para a próxima etapa.

A quarta e última etapa consiste na retirada do óleo do reator. Após o término da secagem, as válvulas V4 e V5 serão abertas e a bomba acionada, com isso, o reator de transesterificação T2 da unidade experimental de biodiesel será abastecido. Após a saída de todo óleo, o CLP perguntará ao sensor de cor SC 2 se acabou o óleo, caso sim a bomba será desligada e V6 e V4 fechadas, finalizando o processo de preparação da matéria-prima.

CONCLUSÃO

Com a realização deste projeto, conclui-se que a automação industrial é um grande avanço de tecnologia e de extrema importância, com a introdução do CLP nas máquinas é possível um controle mais eficiente e preciso.

Para a implantação do projeto no IBIOTEC é indispensável o uso de um CLP, pois quando se trata de sensores e válvulas solenoides, a tecnologia é o item chave.

Processos manuais onde contam com a margem de erro humano estão mais suscetíveis a falhas, com o processo automatizado, essa taxa de erro é diminuída, aumentando a produtividade.

Com isso o presente projeto proporcionará a diminuição do trabalho manual, aumentará a eficiência, proporcionará o controle confiável de todos os parâmetros do procedimento, a otimização do processo e um melhor aproveitamento da matéria-prima, tornado o óleo de melhor qualidade para a fabricação do biodiesel.

REFERÊNCIAS

- ALLEMAN, T. L.. et al. Biodiesel Handling and Use Guide. **U.S. Department of Energy**, Golden, n. 5, p. 7-79, Novembro 2016.
- BOLTON, W. **Programmable Logic Controllers**. 4º. ed. Burlington: Elsevier Newnes, 2006.
- CÁS, J. L. K. D. **Modelagem de Sistema de Automação para Planta de Produção de Biodiesel em Pequena Escala**. Brasília: Universidade de Brasília - UnB, 2017.
- EDGAR, S. Azocleantech.com. **Azo Cleantech**, 2013. Disponível em: <<https://www.azocleantech.com/article.aspx?ArticleID=402>>. Acesso em: 23 Fevereiro 2021.
- HANNIFIN, P. Parker.com. **Parker Climate & Industrial Controls**, 2002. Disponível em: <https://www.parker.com/static_content/parkerimages/br/download/cic/pdf/cat_4201_2.pdf>. Acesso em: 28 Abril 2021.
- MACEDO, H. R. **Automação de Processo de Obtenção de Biodiesel em Plantas de Pequeno Porte, Utilizando Controlador Lógico Programável**. Palmas: Universidade Federal do Tocantins, 2018.
- RODRIGUES, F. BiodieselBR.com. **BiodieselBR**, 2012. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/materia-prima/algas/microalgas-marinhas-tambem-podem-produzir-biocombustiveis>>. Acesso em: 19 Março 2021.