



Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Centro de Engenharia Elétrica e Informática - CEEI
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica – DEE



Relatório de atividades realizadas no estágio supervisionado do curso de Engenharia Elétrica da UFCG

CETENE – Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste
LINCS – Laboratório para Integração de Circuitos e Sistemas
ASINCS – Associação para Integração de Circuitos e Sistemas

Aluno: Fagner Luiz Avelino de Jesus Silva

Orientador: Prof. Dr. Marcos Ricardo Alcântara Morais

Campina Grande – PB

Setembro de 2010



Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Centro de Engenharia Elétrica e Informática - CEEI
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica – DEE



Relatório de atividades realizadas no estágio supervisionado do curso de Engenharia Elétrica da UFCG

Relatório de Atividades do estagio supervisionado realizado no CETENE – Centro de Tecnologias estratégicas do Nordeste, especificamente no LINCS – Laboratório para Integração de Circuitos e Sistemas, no período de 12/04/2010 a 02/07/2010 na cidade de Campina Grande, sob orientação do Professor Doutor Marcos Ricardo Alcântara Moraes, como pré-requisito para obtenção do título de Engenheiro Eletricista com ênfase em Eletrônica pela Universidade Federal de Campina Grande

Aluno: Fagner Luiz Avelino de Jesus Silva

Orientador: Prof. Dr. Marcos Ricardo Alcântara Moraes

Campina Grande – PB
Setembro de 2010

Conteúdo

Agradecimentos	3
Resumo	4
Introdução	5
A Empresa	6
Atividades Desenvolvidas	11
Protótipo	15
Desenvolvimento e alterações no protótipo.....	20
Conclusão	23
Bibliografia.....	24

Agradecimentos

Agradeço especialmente a minha família que foi minha fortaleza, minha motivação e minha força, especialmente minha esposa Vanessa de Mendonça Alves Silva e meus pais Joel Avelino da Silva e Deonice Rosa de Jesus Silva sem eles nada disso seria possível.

Aos meus Sogros Gilberto Gino Alves e Maria do Socorro de Mendonça Alves que me deram muita força e muito apoio.

Aos professores do curso que demonstram grande empenho na formação de todos os alunos, em especial aos professores Elmar Uwe Kurt Melcher e Franz Helmut Neff que contribuíram muito na minha formação e ao professor Marcos Ricardo Alcântara Morais que me deu um importante apoio nas etapas finais do curso

Aos meus amigos e companheiros de curso, que lutaram junto comigo essa batalha épica para a conclusão do curso e sem eles tudo ficaria mais difícil. Em especial para Gustavo Paiva Guedes e Miguel Augusto de Sousa Falcão.

E aos outros integrantes do CETENE – Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste, em um de seus laboratórios, o LINCS – Laboratório de Integração de Circuitos e Sistemas, unidade de Campina Grande.

Dedico este trabalho ao meu Filho Pedro Avelino de Mendonça Silva, para quem se destina todo o meu esforço e minha dedicação em tudo que faço.

Resumo

Este relatório visa descrever as atividades realizadas durante o estagio supervisionado de Fagner Luiz Avelino de Jesus Silva, aluno do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, no Centro de Tecnologias estratégicas do Nordeste – CETENE, no período de 12/04/2010 a 02/07/2010.

O Estagio foi supervisionado pelo Engenheiro Eletrônico e Gerente Geral Marcus Vinicius Duarte dos Santos e Pelo Professor Doutor Marcos Ricardo Alcântara Moraes

Neste relatório serão descritos as principais atividades realizadas durante o estágio, como também os métodos e equipamentos utilizados para este fim.

Introdução

O estágio supervisionado é a última etapa do curso de Engenharia Elétrica, com uma carga horária de 360 horas.

Dentre as atividades realizadas, tive a participação na elaboração de documentos técnicos (Relatórios de atividades e de projetos, Documentos de especificação de projetos e de viabilidade técnica, publicações científicas e relatório das patentes das invenções do laboratório no período), além de construção de protótipos, design, montagem, teste e verificação de circuitos eletrônicos, análise de funcionalidades de equipamentos, especificação de equipamentos de instrumentação para compra e utilização no laboratório e projetos elétricos para melhoria da infra-estrutura. Participações em treinamento na Área de testabilidade de circuitos integrados e participação em congresso de microeletrônica como representante da empresa.

Além disso, posso destacar a participação no Desafio Brasil, que é uma competição de start-ups de base tecnológica coordenada pelo GVcepe (Centro de Estudos em Private Equity e Venture Capital da Fundação Getúlio Vargas de São Paulo) e apoiada por diversos parceiros, dentre eles INTEL e MICROSOFT. Onde vencemos a etapa regional com o projeto do OZOMAT, que será descrito a seguir e que agora vamos participar da etapa brasileira, que acontecerá em São Paulo em Setembro, visando a etapa mundial que acontecerá em Dezembro no Vale do Silício, Califórnia, Estados Unidos.

A Empresa

O CETENE



O CETENE, Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste, é um centro de desenvolvimento e transferência de tecnologias consideradas estratégicas para a região Nordeste criado em 2005 pelo Ministério da Ciência e Tecnologia.

Missão

Nossa missão é desenvolver, introduzir e aperfeiçoar inovações tecnológicas que tenham caráter estratégico para o desenvolvimento econômico e social do Nordeste brasileiro, promovendo cooperações baseadas em redes de conhecimento e nos agentes da economia nordestina.

A estrutura gerencial do Centro está de acordo com as novas tendências das instituições de pesquisa, formada por um pequeno número de pessoas com grande capacidade de liderança e boa articulação. Sua atuação como núcleo de uma extensa rede de competências, envolvendo universidades, institutos estaduais, empresas e centros de pesquisa, estabelece ligações e promove a integração de esforços, com forte orientação para a utilização do conhecimento voltado para a solução de problemas, promoção da inovação e da difusão de tecnologias.

Neste sentido, atua como facilitador da formação de redes temáticas de pesquisa a partir da identificação de oportunidades e necessidades locais, regionais e nacionais.

Formas de Atuação

As estratégias de atuação adotadas são flexíveis, aproveitando as oportunidades identificadas, atendendo as especificidades locais e dos atores envolvidos, inclusive no que diz respeito aos potenciais agentes financiadores.

O CETENE estabelece parcerias com centros e grupos de pesquisa que dispõem de instalações de seu interesse, tanto apoiando com recursos e pessoal, quanto

rotineiramente fazendo seus pesquisadores passarem a utilizar aquelas instalações, preocupando-se em não duplicar instalações físicas já existentes na região.

O CETENE, através dos diversos temas de sua organização, se constitui também em um instrumento importante de aplicação das tecnologias apropriadas. As ações que compreendem este conceito vão desde a orientação para implantação de projetos tecnológicos, fundamentados a partir de estudos científicos, até a organização em cooperativas e/ou associações e capacitação das comunidades alvo para assimilar as técnicas de implantação das atividades dos projetos. As ações de tecnologias apropriadas são articuladas pelos especialistas do CETENE, junto com universidades, organismos oficiais, ONGS e de outras entidades organizadas que se disponham a participar dos projetos.

Entre seus objetivos institucionais, podem-se destacar ainda os seguintes:

Busca pela excelência interdisciplinar e multidisciplinar, favorecendo a cooperação e a identificação de novas áreas de pesquisa que se beneficiem da cooperação entre os diferentes pesquisadores.

Ser um centro nacional de cooperação técnico-científica, envolvendo o treinamento de técnicos e aberto à realização de pesquisas por parte de professores e estudantes das diversas instituições da região Nordeste, além do apoio às atividades de cientistas visitantes.

Estimular uma ativa cooperação com as indústrias, tanto na realização de serviços técnicos especializados quanto no oferecimento de consultorias. O uso da infra-estrutura: instalações, equipamentos e laboratórios deverão ser facilitados, além de projetos para desenvolvimento de pesquisas conjuntas deverão receber atenção especial.

Tendo como prioridade atender demandas da sociedade, o CETENE atua articulando o conhecimento científico e tecnológico e o acesso ao fomento, promovendo, desta forma, a transferência de tecnologia de produtos e processos que contribuam com o desenvolvimento da região. Para atingir este fim o Centro tem como parceiros universidades, institutos tecnológicos e de pesquisa, entidades governamentais, associações e indústrias, tornando-as mais acessíveis e melhorando o uso dos recursos disponíveis, além de incentivar o desenvolvimento de pesquisas conjuntas, que

aproximam demanda e oferta, promovendo resultados que reduzem as diferenças regionais.

A atuação do CETENE prevê ainda ações de divulgação dos resultados provenientes dessas cooperações. Seminários, fóruns e capacitações foram realizados no intuito de informar a sociedade acerca das ações realizadas pelo CETENE e seus parceiros e ainda buscar mais instituições interessadas em participar desse processo. Toda essa interação com a sociedade permite um fluxo de transferência de tecnologias que inserem na região ações, técnicas e produtos inovadores que colaboram com o desenvolvimento sócio-econômico do Nordeste.

O LINCS

No mundo, no segmento da microeletrônica, são destinados centenas de bilhões de dólares por ano no desenvolvimento, pesquisa e fabricação de circuitos integrados eletrônicos.

Buscando aumentar a participação do país nesse estratégico segmento econômico, o governo brasileiro vem criando diversos programas que visam ações como concessão de incentivos fiscais, treinamento de pessoal, financiamento de uso de ferramentas profissionais, e criação de uma fábrica brasileira de circuitos integrados, entre outras. No Nordeste do país, o CETENE incentiva o crescimento setor através de seu Laboratório para a Integração de Circuitos e Sistemas - LINCS – Uma Design House do programa CI-Brasil, disponibilizando para a sociedade serviços e pesquisas avançados em microeletrônica.

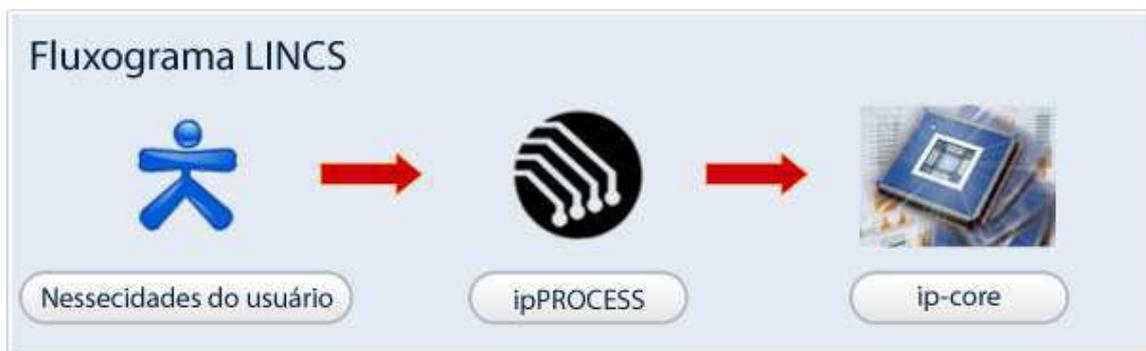
O programa CI-Brasil é um instrumento do MCT de execução da política industrial e de comércio exterior do Governo Federal na área de Semicondutores (PITCE). Como tal, o MCT investe no estabelecimento de uma rede de Centros de Projeto (CPs), entre eles o LINCS.

Consolidação dos trabalhos realizados

A missão do LINCS é realizar projetos de IP-cores e de sistemas eletrônicos em geral, tendo como premissa básica o desenvolvimento de produtos de qualidade, bem

como o treinamento nas áreas de processo de desenvolvimento, síntese e técnicas de verificação funcional.

Para atender às necessidades dos seus clientes, o LINC'S preza pela qualidade. Seus projetos seguem um rigoroso processo de desenvolvimento, acompanhado e auditado pela área de qualidade. Este processo, denominado ipPROCESS define todas as atividades no desenvolvimento de um sistema digital de forma clara e não ambígua, facilitando a comunicação entre as equipes e garantindo que os deliverables sejam entregues de acordo com normas e padrões internacionais de qualidade (ISO e VSIA/SRS). O processo ipPROCESS inclui os fluxos de atividades de todas as fases do projeto, assim como tutoriais para uso de ferramentas, templates para documentação, regras codificação e manual de boas práticas para implementação e validação de sistemas digitais.



Projetistas do LINC'S foram os responsáveis pelo desenvolvimento dos circuitos integrados mais complexos já projetados por instituições brasileiras, entre os quais se destacam: um decodificador de vídeo MPEG4, que pode ser utilizado em TV digital, um decodificador de áudio MP3 e o processador 8051, um dos mais usados pela indústria. Os circuitos integrados desenvolvidos e um demo dos chips funcionando podem ser observados no endereço <http://www.lincs.org.br/chips>.

Estes circuitos foram fabricados pela foundry AMS (Áustria Micro System) e todos funcionaram na 1ª rodada (first time silicon) o que rendeu o prêmio de “Best IP Prize” na Conferência IPSoC 2006, realizada na França. Outro resultado na área de projeto de circuitos integrados foi o desenvolvimento da placa de validação dos chips mencionados anteriormente. A placa de circuito impresso permite o uso dos decodificadores MPEG4 e MP3 e possui seis camadas de metal, sendo uma placa de extrema complexidade.

Por meio de projeto de cooperação com a empresa TecSys Ltda., com financiamento da FINEP, o CETENE possibilitou a transferência de tecnologia para a

indústria nacional. A empresa TecSys é, hoje, uma das maiores fabricantes de equipamentos de codificação analógica de vídeo do País e obteve produtos fornecidos pelo LINCS. A cooperação incluiu o desenvolvimento de codificadores no padrão DVB: DVBS1, DBVS2 e DVBC, os quais estão sendo inseridos numa linha de produtos para exportação de empresa parceira. Mais conhecido como padrão europeu de transmissão de TV digital, o DVB é a abreviação de Digital Vídeo Broadcasting. A fase final de testes e prototipagem em FPGA foi concluída em setembro de 2007 e o LINCS está concluindo a fase de integração dos módulos desenvolvidos no produto final.

Benefícios gerados

Dentre os maiores benefícios gerados pelos resultados obtidos pela equipe do LINCS pode ser destacado o estabelecimento de uma metodologia de projeto centrada em qualidade. Esta metodologia vem sendo repassada para alunos de graduação através do projeto Brazil-IP, financiado pelo MCT e CNPq. Mais de 100 alunos de graduação de 12 universidades distintas já foram treinados na metodologia do CETENE/LINCS. A transferência de tecnologia para a indústria nacional é um dos grandes benefícios gerados pela equipe do CETENE/LINCS. Graças ao desenvolvimento dos módulos citados anteriormente, a empresa parceira pode desenvolver uma nova linha de produtos baseada em tecnologia digital. Esse diferencial tornará seus produtos mais competitivos no mercado internacional.

Parcerias e Cooperações

O CETENE/LINCS possui parcerias estratégicas com várias universidades entre as quais se destacam a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mais recentemente foi estabelecida uma cooperação com o Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) na área de projetos de circuitos analógicos, bem como cooperação com a Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). As cooperações com parceiros industriais também vêm se intensificando. Além da já mencionada cooperação com a empresa TecSys Ltda, que atua na área de telecomunicações, parcerias com as empresas Optanica, Clarotec, Criatronics, NewInk e Kronus. As parcerias citadas estão se consolidando a partir de projetos em

desenvolvimento nas áreas de controle e automação, bem como na área de telecomunicações

Atividades Desenvolvidas

Uma das atividades desenvolvidas foi a melhoria do Circuito eletrônico e da estrutura física do protótipo do OZOMAT, do qual vou fazer uma introdução e então descrever as melhorias e desenvolvimentos feitos para esse produto.

O Ozomat

O uso mais comum deste tipo de biocombustível é a substituição de combustíveis fósseis em motores a diesel. Há, entretanto um problema na utilização de óleos de origem biológica neste tipo de motor. O aquecimento e os longos períodos de armazenamento podem levar à formação de compostos poliméricos, podendo causar efeitos de entupimento nas bombas de injeção e válvulas¹.

Um aspecto importante para a qualidade do biocombustível é a estabilidade do armazenamento. Derivados de óleos vegetais geralmente deterioram, em decorrência de reações hidrolíticas e oxidativas, onde a quantidade de ligações insaturadas influi na vulnerabilidade à polimerização térmica e/ou oxidativa. O resultado é a formação de subprodutos insolúveis que tendem a se depositar no sistema de injeção de combustível e, portanto, degrada seriamente a eficiência do motor. Existem alguns antioxidantes naturais, tais como tocoferols, que reduzem a degradação de biocombustíveis, mas necessitam de grandes variações de concentração para diferentes meios de armazenamento².

Um parâmetro crítico para a alta qualidade tanto de biodiesel quanto de outros tipos de óleos é, portanto, o armazenamento e a estabilidade oxidativa. Ou seja, o quanto um determinado óleo é resistente à processos que levam à sua oxidação.

O processo padrão para a determinação de estabilidade oxidativa é o processo conhecido como “Rancimat” e é definido pela norma EN 14112 do *European Committee for Standards (CEN)*. Um dos maiores problemas da abordagem proposta pela norma EM

14112 são os longos períodos de indução. Uma amostra de óleo pode ter períodos de indução de várias horas a alguns dias. Outro problema é o alto custo do método, que exige vários dispositivos de alto valor comercial. Algumas companhias, como a Metrohm® vendem a solução completa do método de estabilidade oxidativa a um alto valor, considerando que o dispositivo é importado.

A abordagem da solução proposta é a utilização de ozônio para oxidar rapidamente o óleo, a fim de que se possa medir a sua estabilidade oxidativa.

Ozônio

O ozônio (O_3), é um gás à temperatura ambiente, instável, altamente reativo e oxidante, diamagnético, O gás liquefaz à temperatura de $-112^\circ C$, possui ponto de congelamento a $-251,4^\circ C$, é uma variedade alotrópica do elemento oxigênio (O), formada por três átomos deste elemento, unidos por ligações simples e duplas, sendo um híbrido de ressonância com comprimento médio de ligação de $0,128nm$, possui coloração azul-pálida, atingindo coloração azul-escura quando transita para o estado líquido. Ele está presente em pequenas concentrações naturalmente na estratosfera (parte de atmosfera que abrange aproximadamente dos 15 até 50 quilômetros de altura). Uma notável característica deste gás é sua capacidade de absorver luz Ultravioleta solar na faixa de 220-320nm e de causar oxidação, essas características são aqui utilizadas tanto para realizar a oxidação acelerada do Biodiesel tanto para verificar a existência e a concentração desse gás. A característica de oxidação reduz drasticamente os períodos de indução e elimina a necessidade de aquecer o óleo, como nas atuais técnicas utilizadas na indústria. A geração de ozônio representa o primeiro passo para a realização de um teste acelerado de qualidade de biocombustível. Dentre as alternativas existentes para a geração de ozônio, foi escolhida a que utiliza descarga de barreira dielétrica. Esta solução apresenta maior facilidade de construção, manutenção, instalação e custo reduzido.

Descarga de barreira dielétrica

Descarga por barreira dielétrica pode ser usada para produzir um grande volume de plasma não-térmico à pressão atmosférica. Tais plasmas são fontes de espécies altamente reativas como o ozônio e utilizados na oxidação de compostos orgânicos

voláteis. Estas descargas têm demonstrado um grande potencial em aplicações industriais de larga escala, pois realizadas à pressão atmosférica, apresentam baixos custos de operação e manutenção, devido à ausência de sistemas de vácuo. Além disso, a presença de um dielétrico na abertura da descarga permite operar em altas tensões alternadas, sem a ocorrência de arcos, tal fato é conseqüência do acúmulo de cargas na superfície do dielétrico, originando dessa forma, um campo elétrico contrário ao estabelecimento da descarga em arco. Contrariamente à situação onde ocorre a descarga em arco, onde toda a energia se concentra num volume muito restrito, na configuração DBD, a energia é transferida na forma de micro-descargas, distribuídas ao longo do volume inteiro do sistema. Este aspecto é extremamente atraente.

O ozônio ao ser gerado é bombeado dentro de um recipiente contendo o óleo a ser analisado. O óleo do recipiente é bombeado, utilizando-se uma bomba peristáltica, através de uma célula microfluídica, que funciona como um sensor de condutividade. Após determinado período, a ação do ozônio leva à formação de compostos ácidos que elevam a condutividade do óleo. Em determinado momento, analogamente ao Rancimat, a curva de condutividade em relação ao tempo aumenta rapidamente. Utilizando-se um aparelho de medição de condutividade, é possível registrar esse período e utilizá-lo como um parâmetro para determinação de estabilidade oxidativa.

Multivibrador astável

Um multivibrador astável é um circuito eletrônico que tem dois estados, mas nenhum dos dois é estável. O circuito, portanto se comporta como um oscilador. O tempo gasto em cada estado é controlado pela carga ou descarga de um capacitor através de um resistor.

Existem vários tipos de multivibradores astáveis. Alguns são implementados através de portas lógicas NOR enquanto outros são implementados por circuitos de temporização dedicados como o CI 555.

O 555 é um circuito integrado utilizado em uma variedade de aplicações como temporizador ou multivibrador. O CI foi projetado por Hans R. Camenzind em 1970 e comercializado em 1971 pela Signetics. Este componente continua em pleno uso, graças a sua simplicidade de uso, baixo preço e boa estabilidade.

O temporizador 555 é um dos mais populares e versáteis circuitos integrados jamais produzidos. É composto por 23 transistores, 2 diodos e 16 resistores num chip de silício em um encapsulamento duplo em linha (DIP) de 8 pinos.

O 555 tem três modos de operação:

Modo monoestável: nesta configuração, o CI 555 funciona como um disparador. Suas aplicações incluem temporizadores, detector de pulso, chaves imunes a ruído, interruptores de toque, etc.

Modo astável: o CI 555 opera como um oscilador. Os usos incluem pisca-pisca de LED, geradores de pulso, relógios, geradores de tom, alarmes de segurança, etc.

Modo biestável: o CI 555 pode operar como um flip-flop, se o pino DIS não for conectado e se não for utilizado capacitor. As aplicações incluem interruptores imunes a ruído, etc.

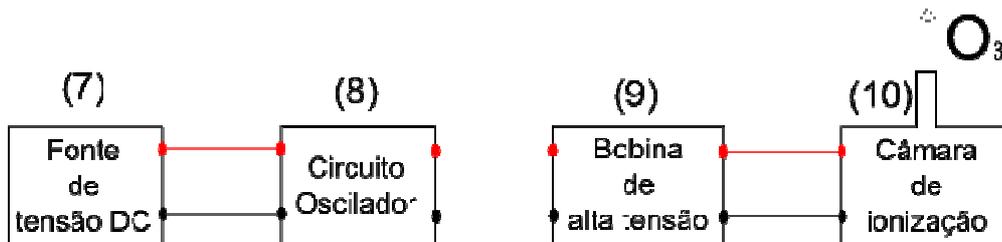
Curiosidade: o nome "555" foi adotado em alusão ao fato de que existe uma rede interna (divisor de tensão) de três resistores de $5k\Omega$ que servem de referência de tensão para os comparadores do circuito integrado.

Protótipo

A seguir, a plataforma passará a ser descrita com referência aos desenhos apensos, nos quais:

Diagrama de Blocos do gerador de ozônio

A figura 1 ilustra um esquema em blocos de um aparelho gerador de ozônio;



O protótipo conta com uma fonte de tensão DC (7), que provê a tensão de entrada para o oscilador. O circuito oscilador (8), converte a tensão DC de entrada em um trem de pulso com freqüência de aproximada de 900Hz. O transformador de alta tensão (9) fornece pulsos de alta tensão da ordem de 30KV. A câmara ionizante plana (10), projetada de acordo com a figura 2, é localizada no centro, e conectada via um cabo de alta tensão ao transformador de alta tensão.

Câmara de ionização

A figura 2 representa a câmara de ionização onde o plasma é gerado para realizar a quebra da molécula de oxigênio para a conversão em ozônio;

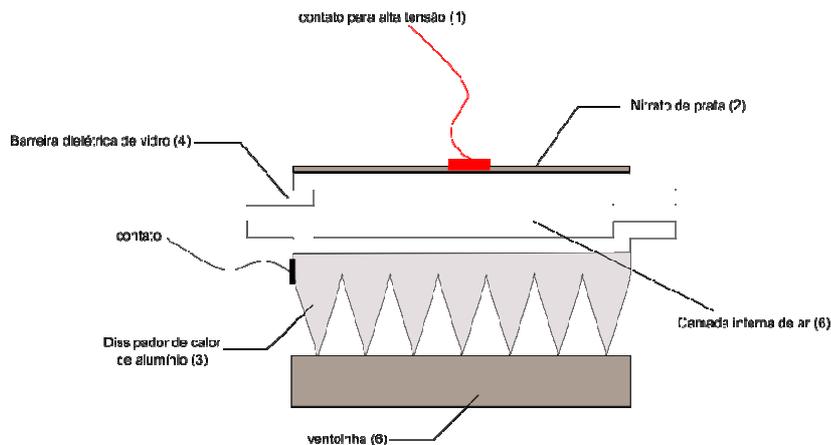


Figura 2: Câmara de Ionização

Na câmara de ionização o plasma é gerado e mantido entre dois eletrodos. A câmara onde é gerado o ozônio pode apresentar formas cilíndricas ou planares. A forma

que foi utilizada é planar. O contato (1) sobre o qual é aplicada a alta tensão é feito de uma fina camada de nitrato de prata (2). Um dissipador de calor feito de alumínio (3) é o outro eletrodo que é aterrado. A barreira dielétrica (4) é feita de vidro contendo uma camada interna vazia (5) com espessura aproximada de 1 mm, onde o gás (oxigênio ou ar ambiente) a ser transformado em ozônio será bombeado. Faz parte, também da câmara de ionização, uma ventoinha (6) de tamanho adequado e alimentada com 12 volts, que é utilizada para resfriar o conjunto.

Oscilador

A figura 3 ilustra o esquemático do circuito oscilador, necessário para a excitação da câmara de ionização;

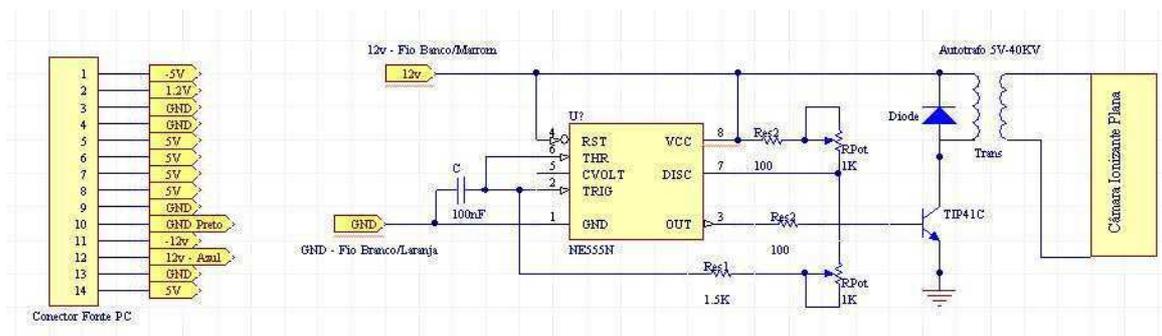


Figura 3: Circuito Oscilador

O sistema necessita de uma tensão de 12Vdc proveniente da fonte sobre o qual o aparato é montado. O circuito de oscilação é composto de maneira tal a produzir uma frequência base de 900Hz, para a variação desta utiliza-se potenciômetros que tornam ajustáveis tanto a frequência de saída como a relação cíclica do sinal de saída. O transistor de potência TIP41C recebe este sinal trem de pulsos e chaveia uma corrente maior que será usada na excitação do transformador que gera alta tensão. Este é responsável pela criação do plasma dentro da câmara que gera o ozônio.

Célula Micro fluídica

As figuras 4 e 5 ilustram a célula micro fluídica, que funciona como um sensor para a medição da condutividade elétrica do fluido que o percorre;

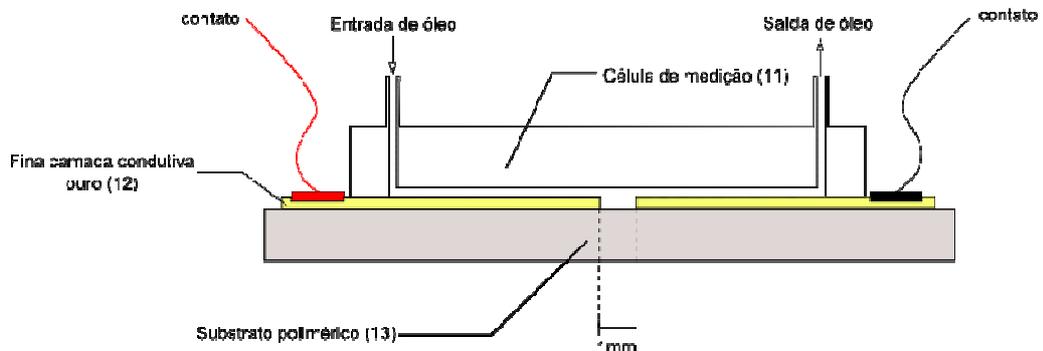


Figura 4: célula micro fluídica (Corte lateral)

A figura 4 representa um corte lateral da célula de medição para visualização do fluxo de óleo na célula.

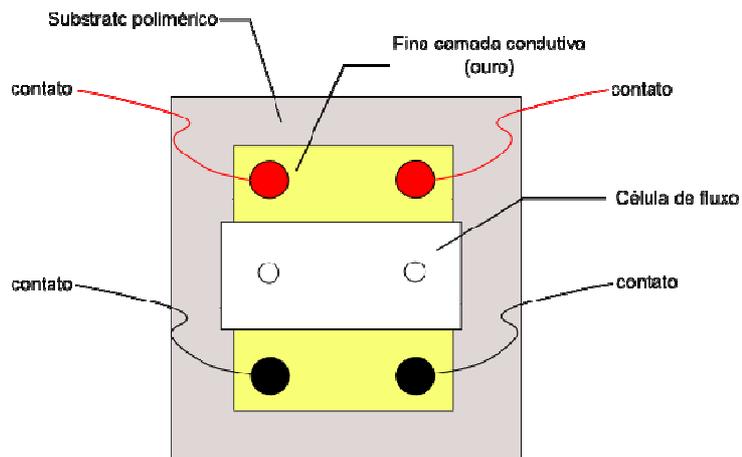


Figura 5: Célula (Visão superior)

Na figura 5, é apresentada uma visão superior da mesma célula. A fim de determinar o grau de degradação do óleo no tempo, é medida a condutividade elétrica durante a oxidação. Para tanto, foi construída uma célula micro fluídica de medição (11) composta de dois eletrodos feitos de uma fina camada de ouro (12) e depositados sobre um substrato polimérico (13). Entre os eletrodos há um espaço vazio de cerca de 1mm para circulação do líquido a ser analisado. Uma bomba de líquidos é empregada para

fazer o óleo fluir dentro deste espaço. Dois pares de fios são conectados aos eletrodos e ligados a um megômetro onde é realizada a medição da condutividade elétrica.

Diagrama de blocos completo

Na figura 6 é uma vista esquematizada em blocos, ilustrando o uso da metodologia de medição de estabilidade oxidativa;

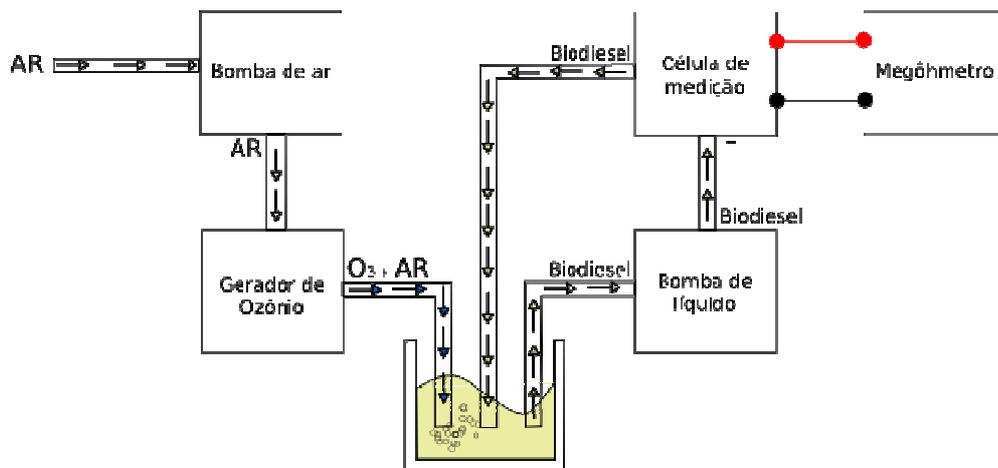


Figura 6: Diagrama de Blocos

Na figura 6, é representado um diagrama da arquitetura do sistema. Outra bomba de ar é utilizada para bombear gás dentro do reservatório do óleo a ser analisado. Em um primeiro momento, é borbulhado ar no óleo. Assim que a curva de condutividade em função do tempo estabiliza, começa-se a borbulhar ozônio produzido pelo gerador. Utilizando uma bomba peristáltica de líquidos, faz-se fluir o óleo pela célula de medição. Neste processo o aparelho de medição está capturando a condutividade do óleo que circula através da célula. Esta condutividade varia na medida em que o ozônio degrada o óleo.

Condições para realização do Experimento

Utilizando-se o aparato apresentado (de acordo com a figura 6), pode-se então realizar o procedimento de determinação de estabilidade oxidativa da seguinte forma:

- A sala onde o aparato está localizado deve ser climatizada e não deve ultrapassar 25°C.
- O operador do aparelho coleta uma amostra de biodiesel de aproximadamente 3cm³ e a coloca em um recipiente.
- Neste recipiente são colocados os tubos de circulação do biodiesel como mostrado na figura 6.
- Neste momento, o aparato é ligado de forma que as bombas de ar e de líquido começam a funcionar, como também o gerador de ozônio e o aparelho medidor de condutividade.
- Utilizando como gás de entrada o ar ambiente, bombeia-se este gás para o gerador de ozônio .
- O gás de saída do gerador é formado por ozônio e ar ambiente. Este é borbulhado na amostra de biodiesel contida no recipiente.
- Ao mesmo tempo, o biodiesel é bombeado, utilizando-se a bomba de líquido, através da célula micro fluídica de medição.
- O aparelho de medição de condutividade ligado à célula registra a condutividade do biodiesel que circula pela célula. Esta medição é feita a cada 5 segundos para que se possa construir um gráfico da variação da condutividade no tempo.
- Ao observar-se um crescimento abrupto da curva de condutividade no tempo, o procedimento é encerrado e o período de indução é registrado.

Desenvolvimento e alterações no protótipo

Fonte

No primeiro protótipo usamos uma fonte de computador, pois ela fornece uma tensão regulada em 12V e com uma capacidade de corrente bastante satisfatória, mas essa capacidade se mostrou insatisfatória num segundo momento para a nossa aplicação. Nesta etapa estávamos testando a aplicação de uma câmara de ozonização maior o que exigia um fornecimento de corrente maior. Então projetamos uma fonte mais robusta para a nossa aplicação, ela é formada por um transformador de 220V para 18V com capacidade de corrente de 5A, retificador em ponte, capacitor de 2700uF, regulador de tensão LM7812, para alimentação do conjunto oscilador, que é o mesmo utilizado no primeiro protótipo apenas mudamos os trimpots para potenciômetros, para melhorar o acesso e poder expor seu terminal de ajuste do lado de fora da fonte e também disponibilizamos saídas de 220V direto para a alimentação de bombas peristálticas e o megômetro. Mas a alteração mais importante foi o conjunto de transistores de saída, que alimentam o transformador de alta tensão, colocamos dois em cascata para que suprisse por completo a necessidade de corrente do transformador. Assim a fonte ficou mais estável e com uma capacidade de corrente mais adequada as nossas necessidades.

Bomba peristáltica

Mudamos a bomba peristáltica usada para uma projetada especificamente para a nossa aplicação, o que melhorou o fluxo tanto de líquidos quanto de ar. Anteriormente usávamos uma bomba peristáltica específica para líquidos para o biodiesel e uma bomba de aquário para o ar, mas esta não tinha fluxo controlável e era muito estável, variando seu fluxo com seu aquecimento. Agora com a bomba especificamente projetadas temos o controle bastante refinado de líquidos e de ar.

Câmara de ionização

As alterações na câmara foram muito significativas, tentamos vários modelos para melhorar a produção de ozônio, maiores e de outros formatos, mas tivemos muitos problemas com essas configurações, pois o conjunto eletrodo de contato, isolamento interna de vidro e de ar e o eletrodo de alumínio, que é também o dissipador, tem uma frequência, tensão e correntes para a geração de plasma em seu interior muito particulares e em alguns casos esse ponto de operação ótimo ficou fora da nossa capacidade de fornecimento de tensão, corrente e frequência.

Outro problema é a isolamento da alta tensão, com os contatos muito próximos ou com alguma sujeira, causa descargas muito intensas o que degrada com efeito cascata o dielétrico externo utilizado.

Para resolver esses problemas desenvolvemos uma câmara que tem características muito promissoras, pois tem tamanho de isolamentos internos e eletrodos que estão dentro das dimensões e formatos já utilizados, o que garante que suas características de tensão e corrente vão ser supridas pela fonte que temos e dispõe de uma isolamento externa anti-descargas muito robusta, feita de vidro e cola com cura através de raios ultravioleta.

Gabinete

Desenvolvemos uma solução para agrupar todos os equipamentos utilizados no protótipo, um gabinete adaptado de computador, pois nossa fonte foi colocada em uma carcaça de metal utilizada nas fontes e adaptamos uma porta de acrílico para receber o tubo de ensaio onde é colocada a amostra. Essa solução permite uma utilização mais segura, pois como a carcaça é aterrada se houver alguma descarga de alta tensão para ela, não irá causar acidentes em quem estiver manipulando o equipamento e no futuro instalaremos um destruidor de ozônio para filtrar a mistura de gases que escapam das reações internas e podem ser prejudiciais a saúde

Célula micro fluídica

As alterações feitas na célula tem a intenção de torná-la mais sensível, utilizávamos um filme holográfico de ouro depositado sobre uma superfície de acrílico de forma contínua, então precisávamos desbastar a camada de ouro para produzir o espaço entre os contatos, mas isso se fazia de maneira mecânica que é agressiva e irregular, além disso o duto onde flui o biodiesel era feita em uma peça de acrílico colocado sobre a outra com araudite, mas essa cola não é imune ao ataque do biodiesel oxidado, descolando com o tempo o que causa vazamentos em um período muito curto.

Desenvolvemos uma solução com matérias mais estáveis e inumes a essa corrosão, utilizamos um filme de ouro depositado em uma lâmina de vidro através de um processo de bombardeamento por íons em um anodo de ouro. Isso gera uma camada muito regular e que podemos colocar uma mascara no vidro para que a deposição se faça já no formado dos contatos que desejamos. O duto do biodiesel é feito ainda em acrílico, mas agora ele é colado com a cola UV, que é curada com raios ultravioletas e é imune ao biodiesel e ao ozônio.

Todas as alterações tiveram o intuito de melhorar a robustez do protótipo e também a segurança de quem opera, pois com a utilização de alta tensão e gás tóxico, como o ozônio, torna isso um problema crítico em nossa aplicação.

Apesar dos problemas que tivemos com o protótipo, hoje ele está bem estável e robusto, com o desenvolvimento de algumas soluções e parametrização, estimamos que podemos reduzir o período de indução para cerca de trinta minutos, mas isso implica em uma produção de ozônio mais acentuada e um controle de fluxo de biodiesel mais refinado. Também temos que integrar o megômetro ao gabinete, para isso precisamos desenvolver um que possa fazer as medidas de resistência na faixa que queremos e que tenha um tamanho físico reduzido. A parametrização do protótipo vai nos dar um ponto ótimo para a tensão e frequência de excitação e da câmara, isso deve nos dar o rendimento desejado para alcançar o período de indução que buscamos.

Conclusão

Neste trabalho foram desenvolvidas habilidades não só da área de Engenharia Elétrica, como também em outras áreas do conhecimento necessárias obtenção dos métodos e dos resultados encontrados, tais como: Química e Física molecular, química orgânica, engenharia de materiais, entre outras. O que me levou a um aprofundamento de aplicação da engenharia como um todo muito interessante.

O “Método de Determinação da Estabilidade Oxidativa de óleos e combustíveis Utilizando Oxidação Acelerada com Ozônio” foi patenteado pelo CETENE, tendo sido depositado no dia 22 de junho de 2010.

Bibliografia

¹Gerpen, Jon Van. Biodiesel processing and production. *Fuel Process Tech*, 86, 1097-1107, 2005.

²Garcia, Carolina Castilho; Costa, Bill Jorge; Vechiatto, Wellington Wagner Dias; Zagonel, Giuliano Fernandes; Suchek, Elisa Maria; Antoniosi Filho, Nelson Roberto; Leles, Maria Inês Gonçalves. *Estudo Comparativo da Estabilidade Oxidativa de Diferentes Biodiesel por Termogravimetria (TG) e Teste Rancimat*. Laboratório de Métodos de extração e Separação – LAMES – Instituto de Química – Universidade Federal de Goiás – UFG. Centro Brasileiro de Referência em Biocombustíveis – CERBIO – Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR.