

**• SOCIEDADE EDUCACIONAL LEONARDO DA VINCI  
FACULDADE METROPOLITANA DE RIO DO SUL  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**GABRIEL SANGIOVO MASSOCO**

**Desenvolvimento de um Giga Teste para Sistema de Testagem automática para placa  
dos Analisadores**

**Rio do Sul**

**2020**

GABRIEL SANGIOVO MASSOCO

**Desenvolvimento de um Giga Teste para Sistema de Testagem automática para placa  
dos Analisadores**

Artigo apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Graduado em Engenheiro  
Eletricista, pelo Curso de Engenharia elétrica  
da Sociedade Educacional Leonardo da Vinci  
– UNIASSELVI/FAMESUL

Orientador: Prof. Msc. Wilson Massami Ishihara

Rio do Sul  
2020

# **Desenvolvimento de um Giga Teste para Sistema de Testagem automática para placa dos Analisadores**

**Acadêmico Gabriel Sangiovo Massoco**  
**Professor da disciplina Wilson Massami Ishihara**  
Faculdade Metropolitana de Rio do Sul – UNIASSELVI/FAMESUL  
Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Elétrica

## **RESUMO**

Por meio deste trabalho e com a parceria da empresa Coontrol, de forma prática iremos aplicar conhecimentos adquiridos nestes anos de estudos, conhecimentos estes como programação, componentes elétricos, projetos, etc. Em um sistema para testagem do correto funcionamento de placas eletrônicas para analisadores de gases o produto da empresa com maior giro. Desta forma nosso objetivo de ter um processo de alto rendimento e de fácil utilização, por meio da diminuição ou eliminação do fator erro humano, e falhas de componentes como cabos e conectores além de outros. Desenvolvendo um estudo de aplicação e viabilidade deste projeto para a empresa e sua real funcionalidade para o operador que está realizando o teste da placa mãe do equipamento. Com isso geramos inovações na empresa e em processos.

**Palavras-chave:** Processos. Eletrônica. Melhoria.

## **1 INTRODUÇÃO**

A empresa Coontrol Tecnologia em Combustão trabalha com a eficiência energética de caldeiras a vapor localizada em Rio do Sul. Atualmente ela possui um sistema capaz de analisar o processo desde o recebimento do cavaco até o controle dos gases que saem pela chaminé ao final do processo. Este equipamento mais vendido atualmente. Estes equipamentos tem a função de analisar gases como oxigênio e gás carbônico em sistemas de caldeiras. A leitura de emissão de gases é de extrema importância dados importantes para a gestão mais eficiente da caldeira, e fundamental para o processo de emissão de poluentes.

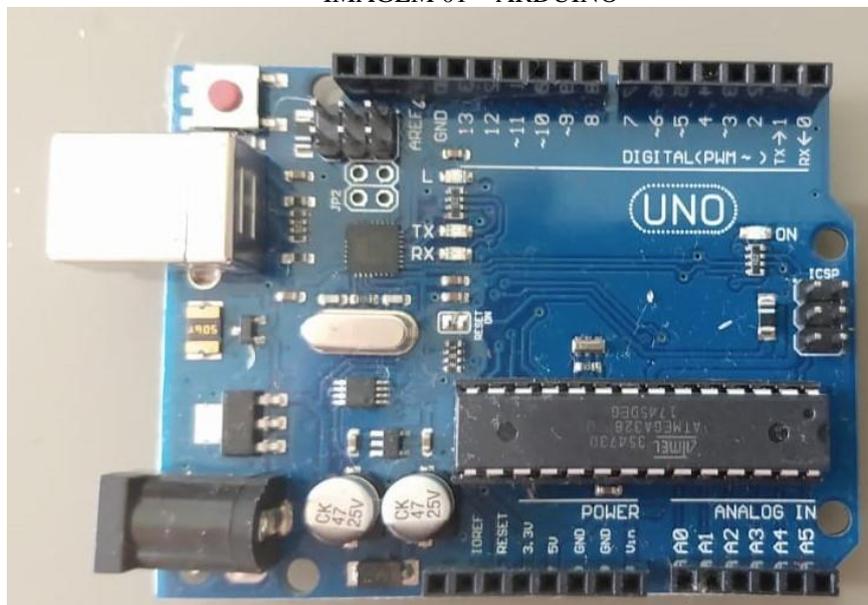
Este trabalho é baseado no desenvolvimento de um equipamento para testagem dos funcionamentos da placa mãe de equipamentos que realizam a análise de gases em caldeiras. Juntamente com o equipamento teremos também o desenvolvimento do programa que irá fazer o equipamento realizar os testes automaticamente e o levantamento de materiais e conseqüentemente os custos para realização do projeto.

Deste modo atingindo o objetivo de melhorar o rendimento deste processo, por meio da maior facilidade para coleta de dados gerada pelo sistema automático desenvolvido para esta função, já que este elimina o fator erro humano e a função de conexão do equipamento a placa mãe por meio de cabos.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

**2.1 Arduino:** Foi criado no ano de 2005 por um grupo de pesquisadores que possuíam o objetivo de desenvolver um dispositivo que fosse simples, de baixo custo e funcional. Deste modo disponibilizar uma ferramenta de fácil acesso para estudantes e projetistas amadores. Para este projeto também foi implementado o conceito de hardware livre para que os usuários tivessem a possibilidade de modificar e aperfeiçoar a ferramenta Arduino (FILIPFLOP, 16 de outubro de 2020).

IMAGEM 01 – ARDUINO

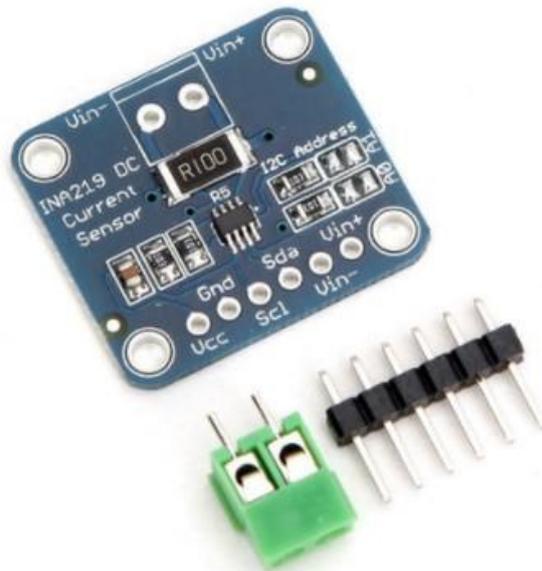


FONTE: DO AUTOR 2020

Uma vantagem é que o Arduino nos permite criar programas e gerenciar componentes eletrônicos de forma prática, evitando a necessidade de soldar componentes, já que possui módulos que são facilmente conectados ao arduino. Assim acabamos tendo vários acessórios ou componentes como por exemplo, servo motores, módulos de som, sensores, displays entre

outros mais. Estes componentes são conhecidos como shields e são peças consideradas como módulos expansíveis da placa arduino, por serem compatíveis elétrica e mecânica com a placa.

IMAGEM 02 – MODULOS



FONTE: FLIPFLOP (2020)

A linguagem de programação utilizada pelo Arduino é a C++, com algumas particularidades. Além de possuir uma linguagem simples a alimentação da placa pode ser gerada pelo USB utilizado para programar o Arduino ou por uma fonte externa que pode variar de 7 a 12v. A tensão necessária para funcionamento da placa é de apenas 5v.

Também temos os conectores de alimentação dos módulos e shields que são conectados à placa. Abaixo algumas funções que podemos identificar visualmente.

IOREF: tem a função de fornecer tensão de referência para os acessórios;

Reset: tem a função de reset externo da placa Arduino;

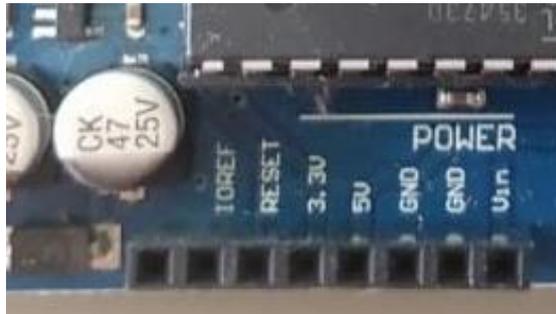
3.3V: como sugere o nome fornece 3,3v com no máximo de 50mA;

5v: fornece 5v de tensão para os acessórios, módulos e shields;

GND: terra ou negativo da placa para aterrar os módulos e shields;

VIN: pino para alimentação do arduino através de módulos, shield ou baterias externas.

IMAGEM 03 - CONECTORES



FONTE: DO AUTOR

**2.2 Linguagem programação C++:** É um tipo de linguagem para programação considerada de dificuldade média, derivada da linguagem C que é bem simples e fácil. O C++ teve seu desenvolvimento iniciado por volta da década de 80 com o objetivo de melhorar o núcleo Unix. No desenvolver desta nova linguagem foram acrescentados elementos e escritas de outras linguagens de programação com vários níveis de dificuldades diferentes, desta forma trazer novos elementos sem gerar problemas para a programação ( INFO ESCOLA, 22 de novembro de 2020) .

IMAGEM 04 – LINGUAGEM C++

```
void Serial_Send(void)
{
  Serial.print("Bus Voltage: "); Serial.print(busvoltage); Serial.println(" V");
  Serial.print("Shunt Voltage: "); Serial.print(shuntvoltage); Serial.println("
mV");
  Serial.print("Load Voltage: "); Serial.print(loadvoltage); Serial.println("
V");
  Serial.print("Current:      "); Serial.print(current_mA); Serial.println("
mA");

  Serial.println("");
}
```

FONTE: DO AUTOR 2020

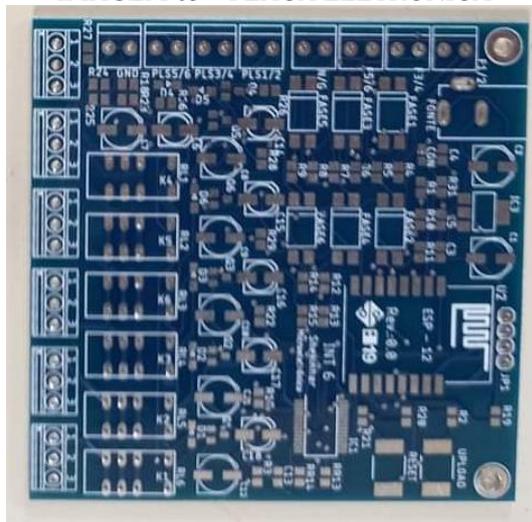
A primeira versão da linguagem C++ foi lançada em 1985 juntamente com um livro que esclarece as novidades sobre a linguagem para programação. Já em 1989 foi lançada uma segunda versão, que veio trazer a adição das características como: Classe abstrata, métodos constantes, herança múltipla, métodos estáticos e membros protegidos, possuindo também suporte de orientação a objeto( INFO ESCOLA, 22 de novembro de 2020).

**2.3 Tensão elétrica:** É a diferença de potencial existente entre dois pontos medidos.

**2.4 Corrente elétrica:** É o deslocamento das cargas de forma ordenada por meio de um condutor ao ter um caminho fechado e uma Tensão.

**2.5 Placa eletrônica:** É um circuito impresso em uma placa isolante que após um processo apresenta trilhos condutores. Estes trilhos são o circuito e recebem os elementos eletrônicos e componentes para formar a placa eletrônica destinada a determinada função.

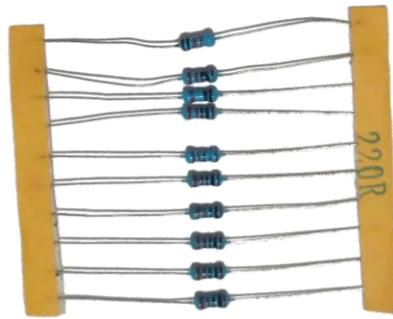
IMAGEM 05 – PLACA ELETRÔNICA



FONTE: DO AUTOR 2020

**2.6 Resistência:** É a força que impede a passagem da corrente elétrica pelo condutor.

IMAGEM 06 – RESISTOR



FONTE: DO AUTOR 2020

**2.7 Display:** É um componente eletrônico que tem a função de uma tela convertendo sinais enviados do controlador em informações e estas informações em imagens para facilitar a leitura ou entendimento. Temos displays visuais que apenas apresentam imagens e tácteis que permitem interação. Um bom e simples exemplo seriam as telas de celulares.

IMAGEM 07 – DISPLAY



FONTE: DO AUTOR 2020

**2.8 Botão Elétrico:** É um componente elétrico que tem como função estabelecer ou interromper a conexão elétrica de um circuito de forma mecânica impedindo a passagem da corrente elétrica por ele. Os botões podem ser acionados de forma manual por um operador ou por algum sistema de acionamento à distância.

**2.9 Saída e entradas analógicas:** As entradas analógicas recebem um sinal elétrico determinado e definido em uma serie de valores. Este sinal é emitido por meio de sensores e recebido pelo controlador. O valor desta entrada varia de forma constante definida em relação a medidas de referência. Estes sinais gerados por alguns tipos de sensores são acondicionados, para então serem filtrados e ampliados permitindo sua utilização pelo controlador. Os meios de transporte destes sinais podem ser feitos por meio de ondas de rádio, fibra ótica e o mais

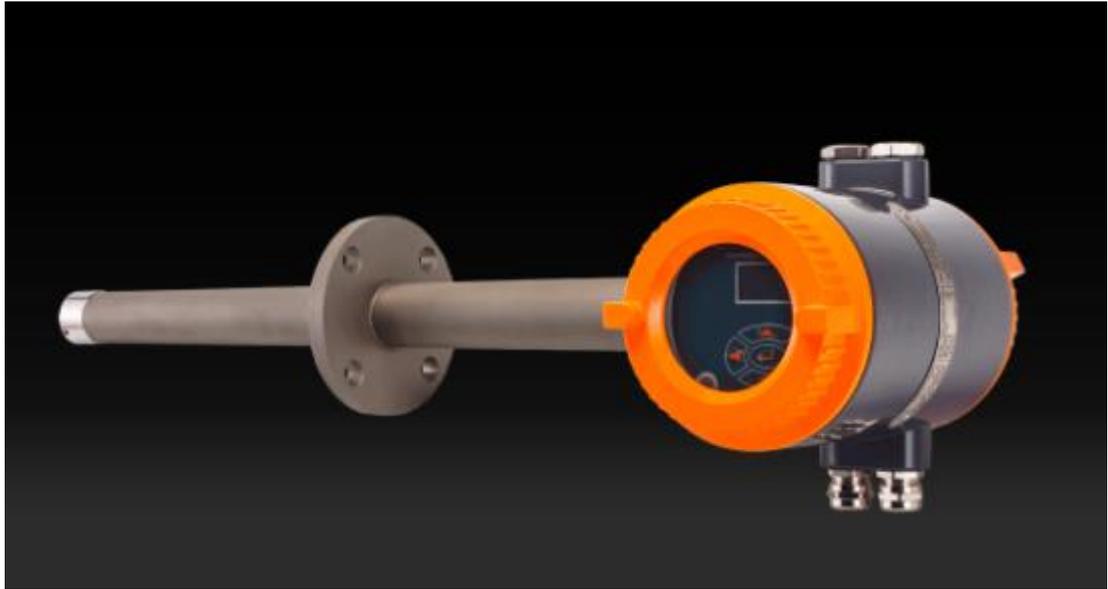
comum por meio de condutores elétricos. Os sinais analógicos existentes são gerados em dois tipos, eles são a tensão com valores de 0 a 10v e a corrente com os valores de 4 a 20mA.

Também temos as saídas analógicas que assim como as entradas são sinais elétricos definidos em uma serie de valores. São enviados do controlador para os dispositivos, como por exemplos variadores eletrônicos de velocidade, motores ou atuadores.

Os sinais de saída são limitados às mesmas tensão e corrente de entrada. Muitas vezes são necessários conversores de sinal para tornar a comunicação entre entradas e saídas compatíveis.

**2.10 Firmware:** É um tipo de software aplicado em um equipamento de hardware, que nada mais é que um conjunto de programas. Cada programa é criado para uma aplicação específica. Onde a função do firmware é servir de banco de dados para o funcionamento correto do equipamento. Para facilitar hardware é o corpo do equipamento e para este corpo necessita de “vida” para realizar sua função, este é o Firmware.

**2.11 Equipamento Coontrol -50/100/200:** Os analisadores de gases Coontrol realiza a leitura de Oxigênio (O<sub>2</sub>) e Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>). A leitura de Oxigênio é feita por meio de um sensor de estado sólido. Já a leitura de CO<sub>2</sub> é possível graças os recursos disponíveis por meio do eletrônico microprocessador, graças a ela é aplicado métodos e cálculos desenvolvidos pela nossa equipe consegue calcular com precisão a quantidade de CO<sub>2</sub> presente nos gases, levando em conta o tipo de combustível que se é utilizado. Estes equipamentos realizam a leitura no modo In-Situ, sem a retirada de amostras, sendo desenvolvidos especialmente para uso industrial.



FONTE: COONTROL 2020

**2.12 Fonte chaveada:** São transformadores que convertem Corrente Alternada em Corrente Contínua para alimentar circuitos de Corrente Contínua. As fontes chaveadas em específico possuem um circuito integrado, desta forma ela controla a tensão de saída para que a demanda do sistema seja atendida. Deste modo temos fontes menores e mais potentes.

IMAGEM 09 – FONTE



FONTE: DO AUTOR 2020

**2.13 Relé:** Tem a função de um interruptor acionado de forma elétrica. Sua aplicação se dá pelo fato da possibilidade de trabalhar com diferentes tensões como, por exemplo: É

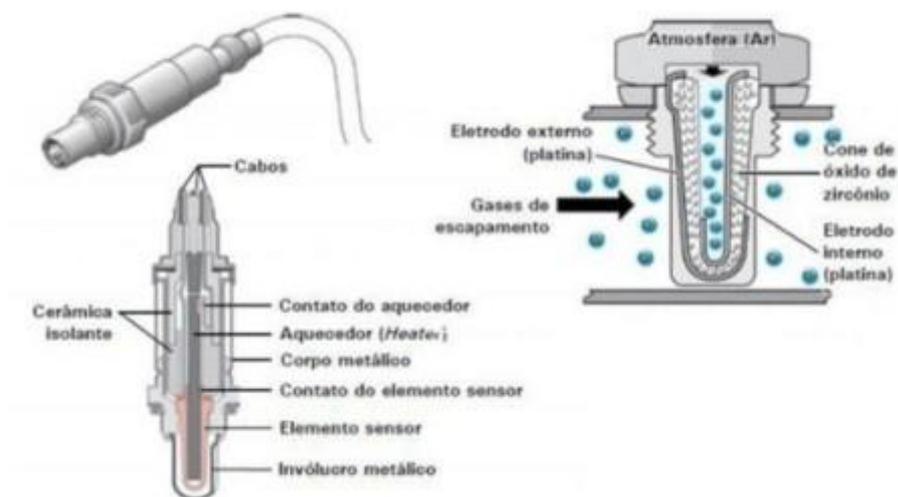
possível ativar uma carga de um circuito de 12V utilizando um comando de 5v, desta forma tenho o circuito de potência isolado do comando.

Com larga aplicação na indústria outro exemplo mais fácil de ver é o acionamento de motores em corrente alternada na tensão de 220/380 e com a ajuda de um rele para acionar contactores esse motor irá possuir um comando de controle e acionamento de 12v em corrente continua.

**2.14 Sonda de Oxigênio:** Também conhecida como sonda lambda, é um equipamento que compara o teor de oxigênio atmosférico com os gases expelidos pelas chaminés (EMBARCADOS, 09 de novembro de 2020). A oxigenação atmosférica de referência é 20,9% e envia um sinal elétrico com a leitura a partir desta referência para a central ou no caso dos equipamentos da Coontrol para a placa mãe.

Esta sonda é formada por placas de dióxido de zircônio que é um material cerâmico, e estas placas são envolvidas por uma camada de platina micro porosa. Quando as placas são aquecidas a aproximadamente 270°C, acabam se tornando condutores, assim conduzindo íons de O<sub>2</sub> da camada interna da platina que está em contato com a atmosfera para a camada externa que se encontra em contato com os gases do meio (em nosso caso os gases da chaminé) (EMBARCADOS, 09 de novembro de 2020).

IMAGEM 10 – SONDA OXIGÊNIO

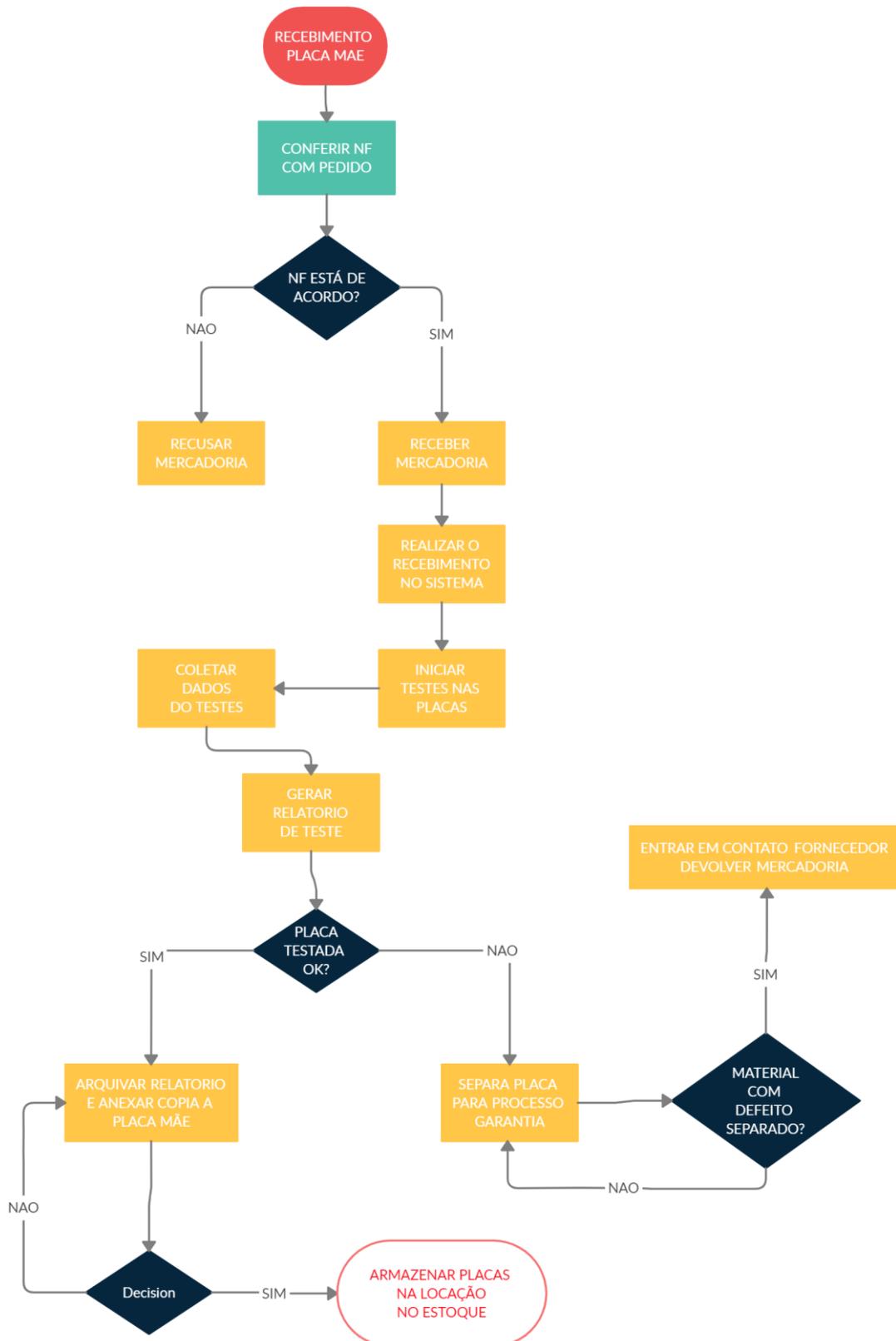


FONTE: EMBARCADOS 2020

### **3 FLUXOGRAMA DA PLACA MÃE**

Antes de iniciarmos a explicação do processo de testes é importante que entendamos em que período este teste ocorre e qual sua importância, no processo de montagem dos equipamentos e da gestão de estoque e classificação de fornecedores. Deste modo temos uma compreensão melhor do processo.

IMAGEM 17-FLUXO GRAMA PLACA MÃE



FONTE: DO AUTOR 2020

#### 4 OPERAÇÃO DE TESTAGEM MANUAL

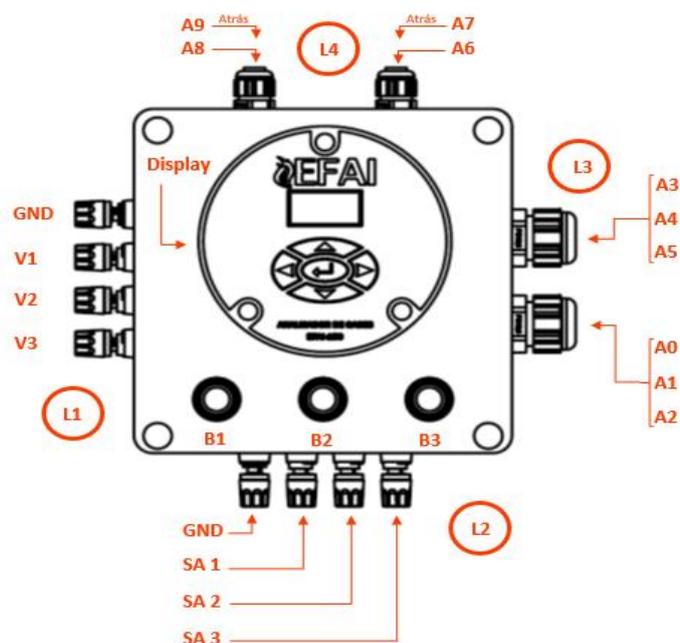
O processo de testagem das placas mãe hoje é realizado de forma manual com o auxílio de um gerador de sinal e um multímetro para medir as entradas e saídas analógicas. Este modelo de placa mãe se aplica para os analisadores de gases Coontrol-50 (somente O<sub>2</sub>), Coontrol-100 (O<sub>2</sub> + CO) e para o Coontrol – 200 ( O<sub>2</sub>+ CO + CO<sub>2</sub>) por meio de uma sonda de oxigênio especial. Estas placas mãe são projetadas pela Coontrol e são fabricadas por terceiros e devem ser testadas quando chegam à empresa. Para este teste a placa recebe um firmware específico para o teste das placas, com este firmware mais o gerador de sinal conseguimos simular a sonda para então realizarmos as medições de forma manual com o multímetro.

Este gerador de sinal é composto por um circuito simples com três variações de resistência para simular as leituras da sonda de oxigênio.

Este gerador de sinal foi desenvolvido já para facilitar o sistema de testagem das placas no recebimento, assim era possível obter maior confiabilidade ao receber as placas e os problemas eram encontrados antes da montagem do equipamento.

Abaixo podemos ver uma ilustração do equipamento utilizado atualmente.

IMAGEM 11 – EQUIPAMENTO TESTE



FONTE: COONTROL 2020

Podemos Observar a nomenclatura atribuída ao local de teste, como as saídas e entradas analógicas deste equipamento. A função deste equipamento é de gerar sinais e alimentar a placa mãe e disponibilizar terminais para leitura dos valores com um multímetro.

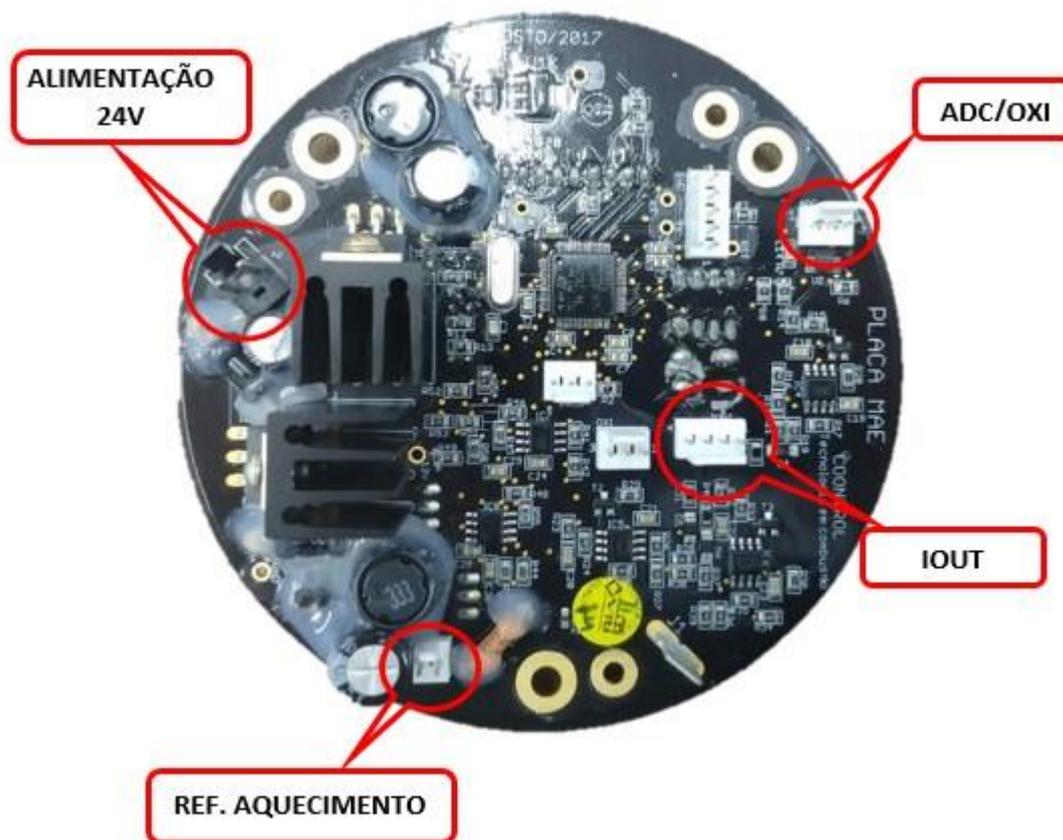
Observa-se na imagem 11 que o equipamento é dividido em 4 pontos denominados L1, L2, L3 e L4.

Assim temos L1 os pontos de medidas do sinal de entrada analógico. Com bornes para facilitar a medição com o multímetro. Nestas entradas temos que realizar a leitura de sinais que variam de 0,8 a 1V, que no caso da placa com o firmware de testes deve varia com o fator de 0,1 para mais ou para menos destes dois fatores. Sendo assim na leitura devemos obter variações entra 0,7 a 0,9 V e 0,9 a 1,0V. Os valores devem ser encontrados nos três pinos denominados V1, V2 e v3. O GND é comum para ambos os três.

Já nos terminais L2 encontramos as saídas analógicas com o mesmo sistema de bornes para medição com o multímetro. Nestas saídas temos sinais que variam de 4 a 20 mA, no caso da placa com o firmware de teste realizamos a leitura dos valores 4,12 e 20 mA. Com uma pequena variação após a vírgula como, por exemplo, 4,3mA. Os valores são medidos nos três pinos denominados SA1, SA2 E SA3. Possuindo o GND comum para os três pinos.

Também temos o L3 representa o local por onde saem os fios para conexão na placa, saem os fios A0- cabo para conectar no ADC/OXI que é conectado os fios vermelho/preto e amarelo que geram o sinal analógico de entrada do sensor para a placa. Na saída A1 sai o cabo que faz a ligação do sistema RES que é responsável pelo aquecimento da sonda cabo branco e cinza, na saída A2 temos o fio de conexão do sinal analógico gerado pela placa ( 4 a 20mA) que é conectado ao terminar IOUUT da placa.

IMAGEM 12 – PLACA MAE



FONTE: DO AUTOR 2020

Os cabos A3, A4 tem a função de possibilitar a medição da tensão da entrada A1 responsável pelo RES que deve variar entre 13,3 a 16,7V. Assim testamos se o aquecimento da sonda estaria funcionando corretamente. O cabo A5 não é mais utilizado, pois a placa sofreu uma atualização em 2018.

Por fim temos o ponto L4 responsável pela alimentação do equipamento de teste e pela alimentação da placa. O equipamento é alimentado em 110/220 pelos fios que saem do ponto A8 e A9. Já nos terminais A6 e A7 temos a alimentação da placa em 24VCC sendo A6 positivo e A7 negativo. Devemos ter cuidado, pois a placa mãe é danificada caso a conexão 24Vcc seja feita de modo invertido.

Também temos três botões presentes neste equipamento de teste, estes botões variam a resistência no circuito do sensor para que o sinal varie assim podemos aprovar que as saídas estão funcionando corretamente mesmo sem o sensor integrado, Essa resistência interna varia de 260 a 570 ohms gerando assim a variação de 4 a 20mA, como os valores de resistência são

fixas os valores a serem lidos na saídas devem ser de 4mA sem nenhum botão pressionado e de 20mA caso pressione o botão.

Após o registro dos valores a placa é aprovada ou reprovada e o relatório guardado junto à placa pra ficar no registro do equipamento após montagem. Assim temos um registro da qualidade do fornecedor e de que as placas foram testadas.

## **5 DESENVOLVIMENTO**

Agora que entendemos como funciona o processo de medição que é realizado atualmente, com os locais e valores a serem encontrados iremos desenvolver a pesquisa para implantar um micro controlador, em nosso caso iremos utilizar um Arduino nano e realizaremos a programação na linguagem C++ , irá ser desenvolvida uma placa com conectores rápidos sem trava para acoplarmos a placa mãe a este equipamento de teste novo.

Desta forma temos menos fios e a conexão da placa mãe será mais rápida e mais segura. O firmware de teste já virá gravado na placa e utilizaremos esse novo equipamento com o Arduino para realizar as leituras e gerar um arquivo e enviar ao computador para ser armazenado de forma impressa ou arquivo digital já que cada placa possui uma numeração de serie para cada uma.

A placa mãe possui conectores KK fêmea e a placa de teste terá conectores KK macho sem trava para ser fácil e prático a conexão, assim eliminando a utilização de cabos evitando perdas e erros de conexão.

Será montado um circuito que recebe alimentação de 24Vcc que irá alimentar a placa a ser testada e o Arduino irá ser alimentado por meio do cabo USB ligado ao computador que irá receber os dados. Caso as leituras venham a dar divergência dos valores de referência irão ser separadas e retesadas, caso a incoerência se repita serão “descartadas”.

As Placas aprovadas irão para armazenagem no estoque com o registro do teste, que posteriormente será utilizada para montagem dos equipamentos. Estes equipamentos são montados em lotes de 15 peças cada ou conforme fluxo de vendas e manutenções. Esse

registro junto ao equipamento nos permite uma rastreabilidade de todos os componentes nele utilizado e em caso de falhas em lotes facilita a identificação do gerador de defeito.

A principal função de desenvolver esse sistema de medição e testagem da placa é diminuir o tempo de teste que hoje leva em torno de 15 minutos por placa. Sem falar fator erro humano, que pode gerar danos à placa e aos equipamentos como fontes e multímetros. Como por exemplo, um fusível ultrarrápido para um multímetro como o utilizado custa em torno de R\$87,00 e por um descuido de medição entre saídas e entradas pode ocorrer frequente caso aja desinformação e descuido do operador. Com isso além do tempo elevado teremos o custo extra da peça. Também com este sistema atual de medição podemos acabar danificando estas entradas e saídas.

Também aumentamos o limitador de quantidade de placas, pois como o tempo é elevado para testagem a quantidade comprada por lote não ultrapassa as 40 Unidades. O que acaba limitando a produção dos equipamentos na quantidade por lote. O tempo de produção e teste do lote de 15 peças de cada produto leva em medias 7 a 10 dias. Só de testagem de placas temos mais de 3 horas. Sendo que para montagem sem os testes é de 12 a 16 horas para montagem do lote. O restante são testes já que os equipamentos são ligados de 5 em 5 e por conta do sensor é necessário deixar ligados de forma continuas 72 horas.

Desta forma a testagem da placa que é um processo simples leva em torno de 25% do tempo de processo de montagem o que se for ver é bem elevado, sem que haja falhas como medição incorreta como mal contato nos botões de teste , conexões rompimento dos cabos, medição na pinagem errada ou até encostar na carcaça do equipamento.

Realizando alguns cálculos e testes práticos preliminares para averiguar se era plausível um investimento e estudo chegou a um tempo de teste por placa de 4 minutos com um protótipo, com isso devemos conseguir até diminuir o tempo com o equipamento final. Mas com o protótipo conseguimos reduzir o tempo de testagem por lote em 73,72%, ou seja, onde levávamos 03horas e 48 minutos agora levamos apenas uma hora.

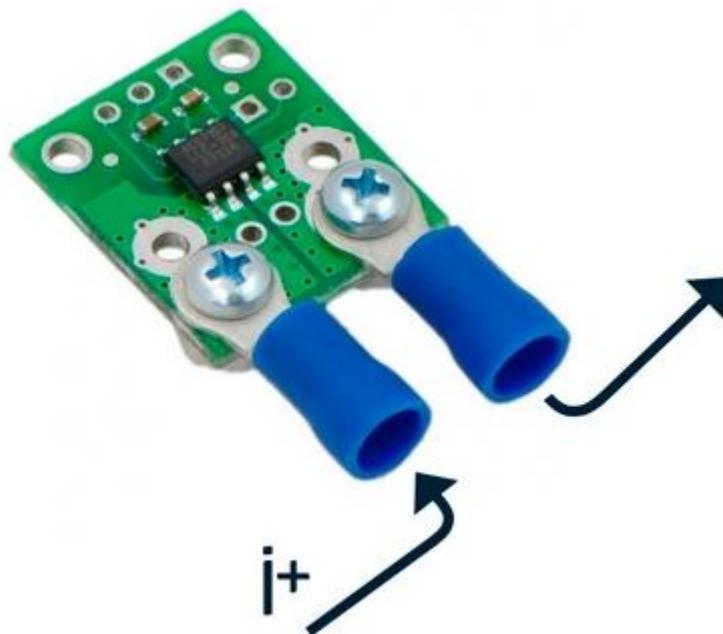
Podemos observar que teremos ganhos já analisando somente o tempo de testagem das placas.

## 6 DISCUSSÃO

O programa utilizado que será o anexo 01 fará a leitura da tensão de entrada analógica de sinal da sonda, a leitura deste sinal em Volts será feita pela analógica A0 do Arduino.

A variação da resposta após a leitura, ou seja, os valores de saída analógica da placa mãe serão lidas com o auxílio de três módulos de leitura de corrente ( um para cada saída) que serão integrados ao novo equipamento de teste e estes serão lidos pelo Arduino pelas analógicas A1,A2 e A3.

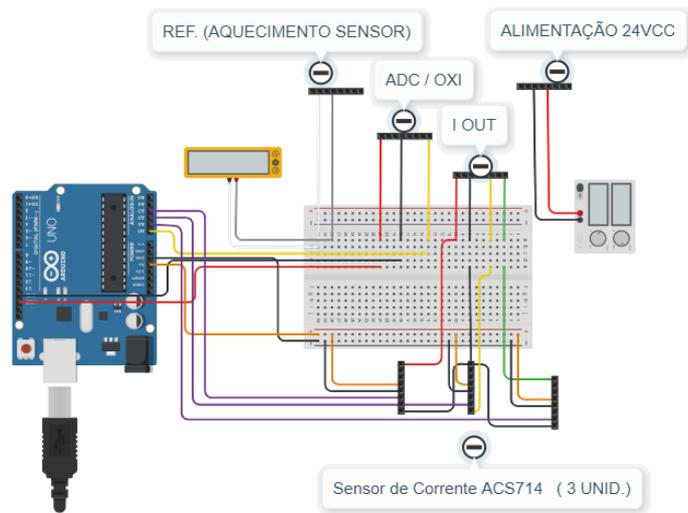
IMAGEM 12 – MÓDULO LEITOR CORRENTE



FONTE: FLIPFLOP (2020)

A tensão presente nos pinos REF. Que é responsável pelo aquecimento da sonda será utilizado um módulo de tensão com display, já que este parâmetro deve ser só observado sem a necessidade de registro. Abaixo podemos observar a figura com o exemplo do circuito que foi utilizado para o primeiro teste e será desenvolvido para o equipamento de testes novo. Lembrando que serão utilizados conectores rápidos sem trava onde a placa mãe a ser testada será encaixada sobre o equipamento de teste, fazendo com que não seja necessária a utilização de cabos.

IMAGEM 13 – CIRCUITO



FONTE: DO AUTOR 2020

Podemos observar nas tabelas abaixo o tempo de testagem onde utilizamos o tempo em horas fixa assim a variação ocorre na quantidade de placas testadas em 10 horas de trabalho e chegamos a ter o dobro de placas testadas com a utilização do novo método.

IMAGEM 14 – TABELA HORAS

Comparação Tempo	
Tempo Medio Manual	Tempo calculo Automatico
00:15:22	00:04:00
p/ placa	p/ placa
FLUXO DE PLACA P/ PEDIDO	FLUXO DE PLACA P/ PEDIDO
40,00	150,00
UNID.	UNID.
TEMPO TOTAL PARA CONCLUSAO	TEMPO TOTAL PARA CONCLUSAO
600 MINUTOS OU 10 HORAS	600 MINUTOS OU 10 HORAS
Com o mesmo tempo temos um aumento de 375% na produção	

FONTE: DO AUTOR 2020

Abaixo segue também o valor, ou melhor, o custo em Mão de obra que temos hoje e que teremos com o novo sistema de testes. E já podemos observar que o custo para um mesmo número de placas como o utilizado neste caso são 40 unidades de placas mãe será bem inferior, já que temos um modo mais prático.

IMAGEM 15 – TABELA MAO DE OBRA

ESTUDO DE CUSTO M.O					
MODO DE TESTE ATUAL PARA 40 UNID.			MODO DE TESTE ATUALIZADO PARA 40 UNID.		
HORAS	VALOR HORA	Total	HORAS	VALOR HORA	Total
10:00:00	R\$ 12,00	R\$ 120,00	01:00:00	R\$ 12,00	R\$ 12,00

FONTE: DO AUTOR 2020

Por fim os custos do equipamento e dos componentes necessários para a montagem deste novo equipamento de testes. Com os dados dos custos se observa que a placa para conexão e circuito é o item mais caro do desenvolvimento do projeto.

IMAGEM 16 – TABELA COMPONENTE

ESTUDO CUSTO PEÇAS PROJ. NOVO				
ITEM	QUANTIDADE	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL	
ARDUINO UNO	1	R\$ 49,90	R\$	49,90
PLACA PERSONALISADA	1	R\$ 234,60	R\$	234,60
FONTE 24V 60W	1	R\$ 69,05	R\$	69,05
SENSOR DE CORRENTE	3	R\$ 29,90	R\$	89,70
MODULO TENSÃO	1	R\$ 69,90	R\$	69,90
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 513,15</b>

FONTE: DO AUTOR 2020

A placa de teste não será desenvolvida este ano, pois a placa mãe passará por uma revisão para atualização de alguns componentes e retirada de componentes que não são mais utilizados. Esta revisão é necessária, pois com a atualização dos modelos de sonda e do Firmware do equipamento gera esta necessidade de atualização.

O modelo da placa e as conexões e parâmetros a serem lidos não serão alterados já que estes são parte do equipamento e modelo de sonda utilizado no momento.

## 7 CONCLUSÃO

Com estes dados gerados a partir do estudo realizado podemos chegar à conclusão que em um lote de cem placas novas só em Mão de obra já se paga o investimento inicial para montar o equipamento de testes.

Também temos a vantagem de um registro de teste para arquivo mais assertivo um modo de teste mais simples onde qualquer um consegue realizar o teste das placas sem a necessidade de um treinamento específico para entender as saídas e entradas ou cabos de conexão. Além da grafia de quem está realizando os testes e registros não interferirem nos registros quando se tornarem necessários, já que muitas vezes a grafia é um empecilho para leitura de dados arquivados.

Temos um ganho considerável em tempo e qualidade dos testes, como cada conector tem um lado específico para conexão isso impossibilita a conexão incorreta o que geraria danos a placa tornando o teste mais seguro.

## **8 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Após estes anos de estudos, estou introduzindo em meu meio o conhecimento adquirido ao longo dessa jornada. Materializando através desse trabalho de conclusão, uma ponte para minha satisfação pessoal, profissional e acima de tudo, alimentando o saber do meu próximo.

Nessa caminhada, pude enxergar o quão fundamental é a figura do professor, que pode ser entendido como a base no desdobramento na elaboração profissional e intelectual de um engenheiro elétrico.

Assim o tema escolhido vem de encontro com todos os temas e conhecimentos adquiridos nestes 5 anos de formação acadêmica. Aplicados de forma a agregar o seu devido valor em minha vida cotidiana.

Entrando em um mundo a ser explorado de forma a automatizar processos para torná-los mais independentes, trazendo a nova realidade com a automação geral de processos pelas grandes indústrias.

Servindo de exemplo assim que sempre estamos aprendendo, independente do conhecimento que já temos adquirido este nunca é nosso máximo e sempre podemos buscar mais e mais a todo o momento.

Para os acadêmicos que ainda estão em sua jornada na busca pelo conhecimento, pela formação e pelo diploma, deixo aqui uma mensagem: a busca do conhecimento é sempre constante cada dia aprendemos algo novo, diferente e sempre estamos em evolução, por isso mesmo que as dificuldades possam ser grandes não desistam e nunca deixem de sempre buscar mais e mais.

Finalmente agradeço a todos que estiveram presentes em minha jornada, principalmente a Deus, minha família, também de forma carinhosa aos meus colegas, amigos e professores.

## REFERÊNCIAS

COONTROL TECNOLOGIA EM COMBUSTAO – Disponível em:< <https://coontrol.com.br/> > Acesso em: 27 de outubro de 2020.

EMBARCADOS – Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/sensores-motor-combustao-interna-otto/> Acesso em: 09 de novembro de 2020.

FLIPFLOP LOJA VIRTUAL – O QUE É UM ARDUINO – Disponível em: < <https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/> > Acesso em: 26 de outubro de 2020.

FLIPFLOP LOJA VIRUTAL – MODULO DE CORRENTE Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-corrente-dc-ina219-i2c/> > Acesso em: 23 de novembro de 2020.

INFO ESCOLA – C++, Disponível em: < <https://www.infoescola.com/informatica/cpp/> > Acesso em: 22 de novembro de 2020.

UFSC – OXIGENIO ATMOSFERICO – Disponível em: <<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap1/cap1-2.html> > Acesso em : 30 de outubro de 2020.

**ANEXO 1 – PROGRAMA.**

```

void setup ()
analogReference(EXTERNAL);
Serial.begin (9600)
void loop()
  Serial.println ( analogRead( A0));
  delay (300);
  endloop()
  float volts = 0,0;
  Volts = analogRead(A0)*(3.0/1023.0);
  Serial.print(volts)
  delay(300)
  int pinoSensor = A01;
  int sensorValue_aux = 0;
  float valorSensor = 0;
  float valorCorrente = 0;
  float voltsporUnidade = 0.004887586;
  float sensibilidade = 0.066;
  int tensao = 3;
  Serial.begin(9600);
  pinMode(pinoSensor, INPUT);
  oid loop() {
  for(int i=10000; i>0; i--){
  sensorValue_aux = (analogRead(pinoSensor) -510);
  valorSensor += pow(sensorValue_aux,2);
  delay(1);
  }
  valorSensor = (sqrt(valorSensor/ 10000)) * voltsporUnidade;
  valorCorrente = (valorSensor/sensibilidade);
  if(valorCorrente <= 0.095){
  valorCorrente = 0;
  valorSensor =0;
  Serial.print("Corrente : ");

```

```

// Irms
Serial.print(valorCorrente, 3);
Serial.print(" A01 ");
int pinoSensor = A02;
int sensorValue_aux = 0;
float valorSensor = 0;
float valorCorrente = 0;
float voltsporUnidade = 0.004887586;
float sensibilidade = 0.066;
int tensao = 3;
Serial.begin(9600);
pinMode(pinoSensor, INPUT);
void loop() {
for(int i=10000; i>0; i--){
sensorValue_aux = (analogRead(pinoSensor) -510);
valorSensor += pow(sensorValue_aux,2);
delay(1);
}
valorSensor = (sqrt(valorSensor/ 10000)) * voltsporUnidade;
valorCorrente = (valorSensor/sensibilidade);
if(valorCorrente <= 0.095){
valorCorrente = 0;
valorSensor =0;
Serial.print("Corrente : ");
// Irms
Serial.print(valorCorrente, 3);
Serial.print(" A02 ");
int pinoSensor = A03;
int sensorValue_aux = 0;
float valorSensor = 0;
float valorCorrente = 0;
float voltsporUnidade = 0.004887586;
float sensibilidade = 0.066;
int tensao = 3;

```

```
Serial.begin(9600);
pinMode(pinoSensor, INPUT);
void loop() {
for(int i=10000; i>0; i--){
sensorValue_aux = (analogRead(pinoSensor) -510);
valorSensor += pow(sensorValue_aux,2);
delay(1);
}
valorSensor = (sqrt(valorSensor/ 10000)) * voltsporUnidade;
valorCorrente = (valorSensor/sensibilidade);
if(valorCorrente <= 0.095){
valorCorrente = 0;
valorSensor =0;
Serial.print("Corrente : ");
// Irms
Serial.print(valorCorrente, 3);
Serial.print(" A03 ");
Serial.print ( "A01","A02","A03",volts)
```