

18º Congresso Nacional de Iniciação Científica

TÍTULO: DISPOSITIVO DE COMUNICAÇÃO WIRELESS ENTRE EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS APLICANDO O CONCEITO DA INDÚSTRIA

CATEGORIA: CONCLUÍDO

ÁREA: CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

SUBÁREA: Engenharias

INSTITUIÇÃO(ÕES): UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA - UNISANTA

AUTOR(ES): GABRIEL REIS MAURIZ, GUSTAVO FURLAN, MATHEUS DA RESSURREIÇÃO

ORIENTADOR(ES): SABRINA DE CASSIA MARTINEZ, LUIS FERNANDO POMPEO FERRARA, CLAUDIO LUÍS MAGALHÃES FERNANDES

COLABORADOR(ES): FERNANDO JOSE CESÍLIO BRANQUINHO, RAQUEL GALHARDO DE CARVALHO LOPES ARAÚJO

1. RESUMO

O avanço da tecnologia RF (rádio frequência) nos proporciona maior mobilidade, podendo ser usada em diversos tipos de aplicações na área da eletrônica, como a robótica, automação e principalmente nos processos indústrias, tornando os sistemas mais confiáveis. Este projeto apresenta como objetivo o desenvolvimento de um sistema de transmissão e recepção, alinhando com o conceito da Indústria 4.0, visando minimizar a quantidade de fios utilizada normalmente em grandes indústrias na comunicação dos maquinários como os CLPs. O projeto conta com dois tipos de dispositivos: o receptor e o transmissor. O dispositivo emissor envia sinais de RF com o seu estado atual (aberto ou fechado) e o receptor reproduz o mesmo estado entre os seus terminais de saída. Para o funcionamento do sistema, a taxa de transmissão entre o transmissor e os receptores será igual ou superior à 5Hz, a distância de comunicação entre os dispositivos de pelo menos 75 metros. Para controle do sistema foi implementado o microcontrolador Atmega168p e para a transmissão e recepção dos dados foi escolhido o módulo transmissor NRF24L01+, que utiliza modulação GMSK e trabalha com frequências entre 2,4GHz e 2,5GHz. Os testes realizados mostraram bons resultados atendendo ao objetivo proposto. Como implementações futuras, pretende-se acrescentar um caixa com os padrões IP6X seguindo a norma internacional IEC 60529, para a evitar danos e possíveis defeitos devido à poeira e umidade no local que o equipamento está instalado, além de otimização no código fonte para aumento do nível de segurança na transmissão de dados.

2. INTRODUÇÃO

A comunicação sempre foi um alicerce para a sobrevivência humana. Ela se refere ao ato da emissão, transmissão e recepção de uma mensagem, onde há um emissor que produz e envia a mensagem e um receptor, que recebe a mensagem e a decodifica, entendendo o seu conteúdo.

Desde o início da humanidade, o homem necessitou de uma forma para consolidar e propagar seus pensamentos e sua história. Antes, ele utilizava gestos e barulhos para se comunicar. Com o passar do tempo, ele acabou por desenvolver uma forma ainda muito primitiva e simples de linguagem, e notou-se a necessidade de preservar, para as gerações futuras, os ensinamentos e as observações feitas por

eles, fazendo surgirem as primeiras formas de escrita. Esse tipo de escrita ficou conhecida como Pictográfica (MACHADO, 2018).

O início de uma forma mais evoluída de escrita surgiu em meados de 3500 a.C. com o povo Sumério. Nesta época, esta civilização desenvolveu a hoje chamada escrita cuneiforme, uma impressão dos caracteres em uma base argilosa que posteriormente era exposta ao sol e ao fogo para poder enrijecer, permitindo um melhor detalhamento nos registros e um aumento na produção das obras literárias (MACHADO, 2018).

Frente a necessidade de expandir fronteiras territoriais e intelectuais de maneira rápida e eficiente, Johannes Gensfleisch zur Laden zum Gutenberg desenvolveu, em meados do século XV, a famosa máquina de Gutenberg, conhecida como prensa mecânica. Ela permitiu a diminuição dos custos dos materiais impressos e a popularização destes. Frente a isso, viu-se a necessidade de expandir as fronteiras da informação, pois até ali era feita apenas boca a boca, fato que começou a mudar no século XVII (NETO, 2018).

Em 1667, o físico inglês Robert Hooke começou a fazer testes de transmissão de voz através de um fio esticado. Já em 1684, com tubos pneumáticos, o monge francês Dom Gauthier também fez tentativas de testes para transmissão de voz. Outro importante passo para a comunicação foi em 1791, quando Claude Chappe fez algumas demonstrações do primeiro aparelho chamado de "telégrafo ótico". Concluído em 1794, ligando Paris à Lilie, transmitia letras em forma de sinais a uma distância de 700 km em 20 minutos (NETO, 2018).

Samuel Morse, em 1837, deu um grande passo na comunicação, inventando o telégrafo elétrico e conseguindo enviar sinais elétricos através de um cabo de 500 metros de comprimento. Somente em maio de 1844 houve a inauguração da primeira linha de transmissão do telégrafo elétrico, ligando Washington à Baltimore. A mensagem era enviada através de códigos feitos por sinais elétricos, famosa até hoje pelo nome código Morse. Mais a frente, no ano de 1875, Alexandre Graham Bell, que contou com a ajuda de Thomas Watson para criar o protótipo do telefone, fizeram a primeira ligação, sendo possível a transmissão de voz através de dois dispositivos (RUBIN, 2013).

Em meados de 1873, começaram os estudos sobre a comunicação sem fio. James Clerk Maxwell previu a existência de ondas eletromagnéticas que percorriam o espaço a uma velocidade até igual à velocidade da luz. As ondas eletromagnéticas

somente foram comprovadas em 1887 por Heinrich Hertz. Após esse ocorrido, alguns cientistas reproduziram o estudo de Hertz, começando a implantar a telegrafia sem fio (FERNANDES, 2018).

Nos anos de 1893 e 1894 no Brasil, houve o primeiro relato de transmissão de telegrafia sem fio por Landell de Moura, um padre residente em Porto Alegre. Quase à mesma época, Guglielmo Marconi, apoiado teoricamente nos estudos de Faraday, Maxwell e Hertz, tornou-se o inventor do rádio, cuja primeira transmissão comercial foi feita em 1919 (FERREIRA, 2013).

Ainda no século XX, houve a necessidade de obter as informações cada vez mais rápidas, e com essa necessidade várias tecnologias para facilitar a comunicação, como a tecnologia dos satélites, amplamente utilizada até hoje. Os satélites vieram impulsionados pelo Sputnik, que foi lançado pela Rússia em 1957, o primeiro satélite artificial a dar a volta na terra, que por meio do seu “bip”, que foi o primeiro sinal enviado do espaço, impulsionou os Estados Unidos, principalmente, a começar seus estudos e culminando na fundação da NASA e em todos os avanços na área (NETO, 2018).

A partir da década de 70 os computadores começaram a entrar na indústria para automação de equipamentos de grande porte, que também fez-se ter tecnologias mais eficientes, com maior capacidade de automação e computadores de tamanho reduzido, porém com maior capacidade de processamento.

Com o aumento da necessidade de automatizar na indústria automobilística americana, foram desenvolvidos os primeiros equipamentos voltados especialmente ao ambiente industrial, capazes de ler sinais de sensores e atuadores através de cartões de entrada/saída, conhecidos como CLP (Controlador Lógico Programável) (SMAR, 2018).

Para conectar os dispositivos usados em campo aos CLPs são usadas redes cabeadas como Hart, Fieldbus, Profibus, Modbus, dentre outras. Apesar de serem usadas na maioria das indústrias que possuem processos automatizados, essas redes contam com algumas desvantagens que podem impactar na produção devido às falhas nos cabos utilizados, com situações como atenuações no sinal transmitido, ruídos causados a partir de equipamentos terceiros, alto custo para adaptação da estrutura local ao instalar novos equipamentos, oxidação e possíveis rompimentos.

3. OBJETIVOS

Conciliando a automação na indústria e a tecnologia da transmissão de informações sem fio, o intuito deste projeto é idealizar um sistema de controle Wireless para dispositivos industriais, através de um dispositivo transmissor e um receptor, objetivando resolver o problema proposto pela empresa Branqs Automação, em retirar a fiação utilizada normalmente em grandes indústrias na comunicação dos maquinários com os CLPs. O diferencial de utilizar esse sistema vem da possibilidade criada pela Indústria 4.0, que proporciona inovação tecnológica nas áreas de automação, controle e segurança aplicados aos sistemas de manufatura.

4. METODOLOGIA

O projeto será composto de duas principais partes: a do transmissor e a do receptor. De forma geral, como mostra a figura 1, o transmissor terá a responsabilidade de verificar se houve o acionamento do interruptor e transmitir por meio de uma rádio frequência o estado em que a chave se encontra. E o receptor terá como função receber a informação enviada pelo transmissor e ativar (ou desativar) o equipamento conectado a ele.

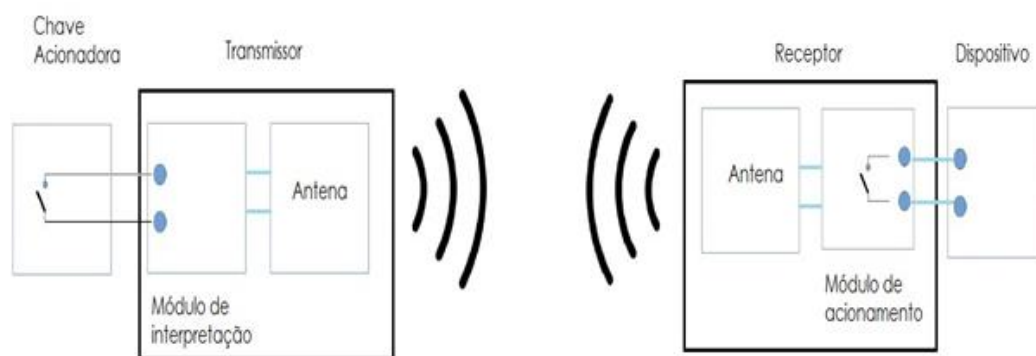


Figura 1 - Imagem representativa do funcionamento do projeto.

O transmissor deverá transmitir as informações por meio de rádio frequência. Para tal, escolheu-se o módulo nRF24L01+, que utiliza frequência de 2,4 GHz ou 2,5 GHz. Além disso, o transmissor deve verificar se houve (ou não) a ativação da chave acionadora. Para este caso, foi escolhido utilizar a plataforma de desenvolvimento Arduino Pro Mini para essa função.

Por último, tem-se o regulador de tensão AMS1117, que diminuirá a tensão de saída de 5 Volts do Arduino Pro Mini para 3,3 Volts, que alimentará o módulo nRF24L01+. Para garantir que na saída do regulador de tensão saia os 3,3 Volts, o *datasheet* pede para acrescentar um circuito de estabilização de tensão ao AMS1117.

Para fazer todo o sistema funcionar corretamente, a programação desenvolvida deveria atender os seguintes requisitos:

- A comunicação entre Arduinos deve ser segura;
- O transmissor enviará, por meio da rádio frequência, o estado do interruptor conectado, ou seja, somente será transmitido se o interruptor está aberto ou fechado;
- O receptor receberá, por meio da rádio frequência, o estado enviado a ele e reproduzi-lo em seus terminais. Além disso, o receptor não deverá retornar nenhum tipo de informação ao transmissor;
- O pareamento (ou sincronismo) entre o transmissor e o receptor deverá ser feito exclusivamente por meio de fios;
- O alerta visual deverá ser acionado nas seguintes condições:
 - Deverá piscar em uma frequência de 2Hz enquanto estiver comunicando;
 - Deverá ficar acesso enquanto estiver realizando o pareamento;
 - Deverá piscar em uma frequência de 10 Hz durante 2 segundos, quando tiver concluído o pareamento.

5. DESENVOLVIMENTO

Como o sistema é composto de duas partes, um transmissor e um receptor, teve-se que desenvolver dois circuitos eletrônicos, cada um com uma função específica, capaz de atender os requisitos necessários de cada parte do sistema.

No caso do transmissor, o circuito tem que possuir um sistema de rádio frequência, um microcontrolador, um meio para realizar a sincronia com o receptor e os pontos de conexão com o interruptor. Enquanto no do transmissor também deverá possuir um sistema de rádio frequência, um microcontrolador, um meio para realizar a sincronia com o transmissor, mas o circuito deverá ser capaz de acionar algum dispositivo que esteja conectado a ele.

Apesar de tanto o transmissor quanto o receptor serem componentes com funções diferentes, ainda há semelhanças entre eles que facilitam a sua manutenção, como as conexões entre o módulo nRF24L01+, os pinos utilizados para sincronia entre o transmissor e o receptor, os pinos para sinalização visual, dentro outros.

Para poder utilizar o módulo nRF24L01+, teve-se que desenvolver uma fonte de alimentação para poder fornecer a tensão funcionamento especificada, no *datasheet*, e de forma confiável. Esta fonte utiliza o regulador AMS1117 de 3.3 volts para poder realizar o rebaixamento da tensão de entrada. Dessa forma, percebe-se que o circuito necessário para controlar o módulo nRF24L01+ é composto pelo microcontrolador, pelo próprio módulo e por sua fonte de alimentação.

Para a sincronia, cujo circuito utilizado é bem simples, ele necessita de pinos específicos do microcontrolador, sendo que este deve possuir a capacidade de utilizar os protocolos Circuito Inter Integrado (*Inter-Integrated Circuit*, I²C do inglês) e Interface de Dois Fios (*Two Wire Interface*, TWI do inglês), neste caso, um dos pinos deve ser do tipo Linha de Dados em Série (Serial Data Line, SDA em inglês) e o outro Linha de Tempo em Série (Serial Clock Line, SCL do inglês). Sendo assim, este circuito necessita somente de um microcontrolador que enviará os dados e um que os receberá. Este será chamado de escravo (*slave*, do inglês) e o outro de mestre (*master*, do inglês), e será realizada a comunicação utilizando somente os pinos de cada microcontrolador que possuem o SDA e o SCL. O transmissor e o receptor ainda compartilham o circuito alerta visual necessário para indicar ao usuário que houve uma ação.

Para que esse circuito funcione de forma correta, teve-se que utilizar um relê para fazer o acionamento. Este componente, por ter características mecânicas, é capaz de acionar qualquer equipamento, seja de corrente alternada ou não, que esteja conectado a ele.

Para alimentar o sistema, foi desenvolvida uma fonte de alimentação de 5 volts por 500mA. A tensão de entrada da fonte é bivolt (110V/220V) e sua seleção é automática. Foi utilizado um transformador de 7,5 volts por 500mA para a conversão da alta tensão para baixa tensão, devido à sua segurança de isolar os circuitos.

A linguagem de programação utilizada para desenvolver todo o sistema utiliza como base a linguagem C, que foi escolhida por ser amplamente empregada na programação de diversos outros microcontroladores, além do Atmega328p utilizado no Arduino Pro Mini.

Assim como ocorreu no desenvolvimento do circuito, a programação do transmissor e do receptor também possui partes que são idênticas em ambos. No entanto, estas partes, também conhecidas como métodos, se restringem ao armazenamento de informações sensíveis, como o canal de operação ou como a senha do sistema, dentro da memória do microcontrolador.

Durante o desenvolvimento da programação do transmissor, criou-se 2 métodos que geram valores aleatórios. Estes valores, também conhecidos como Identificador Único Universal (*Universally Unique Identifier*, UUID do inglês) podem ser obtidos por várias formas. As duas mais comuns são:

- Geração aleatória por algoritmo;
- Geração aleatória por fenômenos físicos.

A primeira forma de geração, por algoritmo, é capaz de criar valores que são aparentemente aleatórios sem necessitar de circuitos eletrônicos de que medem o ambiente em que estão.

Os algoritmos que geram valores aleatórios são conhecidos como Gerador de Pseudonúmeros Aleatórios (*Pseudorandom Number Generator*, PRNG do inglês), pois o valor gerado por ele é determinado por um número inicial chamado de semente (*seed*, do inglês). Isso implica que um determinado valor gerado por um PRNG pode ser obtido novamente se a mesma semente for utilizada. De forma geral, para garantir a longevidade do PRNG, suas sementes são obtidas por meio de um outro gerador de números aleatórios e também utilizam os ruídos elétricos existentes no sistema.

A segunda forma de geração, por fenômenos físicos, é capaz de criar valores que são verdadeiramente aleatórios, mas de forma diferente do PRNG, a geração por fenômenos físicos necessita de um circuito eletrônico especializado em extrair informações do ambiente em que se encontra e em converter essas informações em um valor numérico.

Este tipo de circuito eletrônico é conhecido como Gerador de Autênticos Números Aleatórios (*True Random Number Generator*, TRNG do inglês) e utiliza dados e estados do ambiente em que se encontra para poder gerar o número.

As informações utilizadas são chamadas de ruídos e podem variar de circuito para circuito. Normalmente, os ruídos mais comuns são os térmicos, atmosféricos e os de Efeito Avalanche.

Diferentemente do PRNG, o TRNG possui uma alta confiabilidade pois não

depende de uma semente numérica para poder gerar os valores e estes são obtidos por meio de uma extensa interpretação da aleatoriedade do ambiente. Em suma, a probabilidade de ocorrer uma colisão entre dois TRNG é mínima visto que, só ocorrerá se ambos ocuparem o mesmo lugar no espaço, o que é fisicamente impossível, pois precisariam colher a mesma amostra do ambiente no mesmo instante.

Após todas as configurações realizadas para atender os requisitos foi desenvolvida a placa de transmissão e recepção que pode ser visualizada nas figuras 2 e 3.

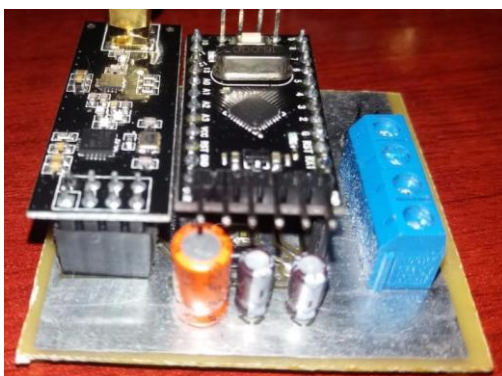


Figura 2 - Placa de transmissão finalizada



Figura 3 - Placa de recepção e transmissão

6. RESULTADOS

A cada implementação no circuito era feito a atualização do código, com testes sendo feito progressivamente, de modo a facilitar a correção dos erros conforme o desenvolvimento do projeto.

Durante os testes realizados com o transmissor houveram alguns problemas de sincronia, porém após diversas pesquisas foi acrescentado um método de

inicialização da sincronização na biblioteca padrão do transmissor, que resolveu o problema.

Enquanto a ideia ainda estava fase embrionária o projeto foi desenvolvido na protoboard, após os testes realizados foi confeccionada uma primeira versão de placa a qual teve alguns problemas de mau contato os quais foram corrigidos na segunda versão da placa.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entendendo o cenário atual é possível visualizar o valor que demandas relacionadas com a Indústria 4.0 podem trazer de benefícios ao melhorar a infraestrutura, de forma a diminuir a quantidade de cabos na tarefa de gerenciar os dados gerados, orientados a melhoria de processos.

Apesar de todas as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do projeto e com base nos testes realizados, conclui-se que o objetivo inicial foi atingido, satisfazendo as condições que tinham sido propostas.

Como implementações futuras, pretende-se acrescentar um caixa com os padrões IP6X seguindo a norma internacional IEC 60529, para acoplar o sistema de modo a evitar danos e possíveis defeitos devido à poeira e umidade no local que o equipamento ficará instalado, além de otimização no código fonte para aumento do nível de segurança na transmissão de dados.

8. FONTES CONSULTADAS

ARDUINO. Arduino Pro Mini. Acesso em 20 de maio de 2018. Disponível em <<https://store.arduino.cc/usa/arduino-pro-mini>>.

Art. 8 da legislação nº 680. Regulamento sobre Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita. 2017. Acesso em 17 de abril de 2018. Disponível em <<http://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2017/936-resolucao-680>>.

FERNANDES, Carlos A. Comunicação sem fios. Acesso em 04 de março de 2018. 2018. Disponível em <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1407993358847152/Comunicacoes_sem_fios.pdf>.

FERREIRA, Andreia da Paixão. A invenção do rádio: um importante instrumento no contexto da disseminação da informação e do entretenimento. 2013. Acesso em 04 de março de 2018. Disponível em <<http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/moci/article/viewFile/1967/1237>>.

MACHADO, Geraldo Magela. História da Comunicação Humana. 2018. Acesso em 11 de março de 2018. Disponível em <<https://www.infoescola.com/historia/historia-da-comunicacao-humana/>>.

NETO, Pedro de Alcântara. História das comunicações e telecomunicações. 2018. Acesso em 03 de março de 2018. Disponível em <http://www2.ee.ufpe.br/codec/Historia%20das%20comunicaes%20e%20das%20telcomunicaes_UPE.pdf>.

OLIVEIRA, Saulo Tavares. Transmissão de medidas sem fio utilizando um microcontrolador 8051. 2007. Acesso em 01 de março de 2018. Disponível em <<http://repositorio.uniceub.br/bitstream/123456789/3224/2/20016350.pdf>>

RUBIN, Julian. The invention of the Telephone. 2013. Acesso em 04 de março de 2018. Disponível em <<http://www.juliantrubin.com/bigten/telephoneexperiments.html>>.

SMAR. Redes Industriais. 2018. Acesso em 20 de maio de 2018. Disponível em <<http://www.smar.com/brasil/artigo-tecnico/redes-industriais>>.

VENTURELLI, Márcio. 2017. Acesso em 08 de agosto de 2018. Disponível em <<https://www.automacaoindustrial.info/industria-4-0-uma-visao-da-automacao-industrial/>>

USINAINFO. Módulo NRF24L01. Acesso em 20 de maio de 2018. Disponível em <<https://www.usinainfo.com.br/transmissores-e-receptores/modulo-nrf24l01-pa-lna-wireless-arduino-wifi-24ghz-longo-alcance-antena-2827.html>>.