

DESENVOLVIMENTO DE UM MODEM PLC PARA MONITORAMENTO E CONTROLE DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO A PIVÔ CENTRAL

SEGATTI B. M.¹, MEDEIROS A. M. M², BARBOSA J. M.¹, MORAIS M. H. L¹

¹ Graduandos em Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia, Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO), (0xx62) 3946-1390, brunnosegatti@gmail.com, jeiel47@hotmail.com, mateushml@hotmail.com.² Professor, Doutor, Escola de Engenharia, PUC-GO, Goiânia – GO, amarcosmedeiros@gmail.com.

Apresentado no
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

RESUMO: Para aprimorar o processo de irrigação é importante que o agricultor saiba qual a vazão de seu equipamento afim de que possa ter um maior controle sobre a quantidade de água utilizada, visando o uso consciente dos recursos hídricos dentro da agricultura mundial e evitando o desperdício. O presente trabalho é voltado para a pesquisa na agricultura de precisão, onde pretende realizar o monitoramento remoto das variáveis de vazão e pressão de cada bico de um sistema de irrigação por pivô central, como forma de controlar o consumo de água e energia elétrica através da análise dos dados colhidos em seus sensores, e assim poder ter um controle maior do conjunto motor bomba. Para isso foi desenvolvida uma placa utilizando a tecnologia PLC (*power line communication*) transmissão de dados via rede elétrica, aproveitando a estrutura própria do pivô central, onde os dados colhidos serão transmitidos até uma central via rede elétrica, que tratará os dados, e terá comunicação via web onde será possível de forma remota ter acesso aos dados colhidos e do funcionamento do sistema, evitando assim a utilização de transmissão via rádio frequência dos dados de pressão e vazão, visto que são comuns os incidentes que ocorrem devido aos intempéries da natureza, como exemplo descargas atmosféricas.

PALAVRAS-CHAVE: Transmissão via rede elétrica, Sensor de pressão, Inversor de frequência.

DEVELOPMENT OF A PLC MODEM FOR MONITORING AND CONTROL OF IRRIGATION SYSTEMS TO CENTRAL PIVOT

ABSTRACT: To improve the irrigation process, it is important for the farmer to know the flow of his equipment in order to have greater control over the amount of water used, aiming at the conscious use of water resources within the world agriculture and avoiding waste. This work is focused on precision agriculture research, where it intends to carry out the remote monitoring of the flow and pressure variables of each nozzle of a central pivot irrigation system, as a way to control the consumption of water and electric energy through analysis of the data collected in their sensors, and thus be able to have a greater control of the motor pump assembly. For this, a board was developed using the PLC (*power line communication*) technology, transmitting data through the electric network, taking advantage of the central pivot structure, where the data collected will be transmitted to a central power grid, which will handle the data, and will have communication via the web where it will be possible remotely to have access to the data collected and the operation of the system, thus avoiding

the use of radio frequency transmission of pressure and flow data, since the incidents occurring due to the intemper of nature, for example atmospheric discharges.

KEYWORDS: Electrical network transmission, Pressure Sensor, Frequency inverter.

INTRODUÇÃO

Agricultura é a união de técnicas aplicadas no solo para o cultivo de vegetais destinados à alimentação humana e animal, produção de matérias-primas e ornamentação. A agricultura é uma atividade produtiva de grande importância para o homem, pois é a partir dela que temos o nosso sustento. Para que tenha eficiência no processo produtivo, é necessário que se tenha uma evolução nas tecnologias usadas no processo (BERNARDO et. al., 2006).

Um dos fatores importante para uma produção eficiente é a irrigação que assume um caráter essencial nas plantações, importante para o desenvolvimento dos vegetais, no qual água é determinante em diversos fatores que afetam a produção agrícola.

Todavia, essa é uma ação necessária, pois a aplicação de água nas culturas aumenta a eficiência de uso de outros insumos, como fertilizantes, por exemplo, garantindo a produção na entressafra em regiões áridas ou de regime pluviométrico inconstante, além de oferecer segurança durante os períodos de seca.

Um dos mecanismos utilizados na regadura é a Irrigação por aspersão, esse tipo de mecanismo simula uma chuva artificial onde um aspersor expede água para o ar, que por resistência aerodinâmica se transformam em pequenas gotículas de água que caem sobre o solo e as plantas. Seus principais sistemas são a convencional, e o pivô-central.

O Pivô central é um sistema de irrigação. Nesse sistema uma área circular é projetada para receber uma estrutura suspensa que em seu centro recebe uma tubulação, e por meio de um raio que gira em toda área circular, a água é aspergida por cima da plantação. O pivô central é o sistema de irrigação por aspersão mais automatizado que existe no mercado (VILELA, 2002), podendo essa automação variar desde um simples acessório a controladores que permitem o seu acionamento a distância por meio de ondas de rádio ou telefone celular (QUEIROZ, 2008). No entanto, esse é um tipo de automação que tem a finalidade apenas de economizar tempo e mão-de-obra, já que o sistema opera em malha aberta.

A automação desejada e implementada deve ser aquela que considera as informações dos sensores no solo, na planta ou na atmosfera, para o acionamento do sistema de irrigação, e não um calendário programável. Para uma eficiência do equipamento é necessário que se tenha um controle no processo de irrigação, para que não haja desperdício de água, o que pode prejudicar, até mesmo, a plantação no seu processo produtivo (MEDEIROS, 2005).

Para auxiliar no processo de controle do sistema de irrigação será realiza um sistema automatizado, com maior mobilidade, segurança e de baixo custo. Para tanto, faz-se necessário dividir o desenvolvimento deste projeto em duas grandes áreas: *hardware* e *software*. A primeira área consiste em um circuito dedicado (sistema embarcado) capaz de verificar periodicamente variáveis ambientais no sistema de irrigação a pivô central e enviá-las, usando tecnologia *Power line communication* PLC, comunicação via rede elétrica (JÚNIOR, 2007) a uma central remota, que contém um *software* (segundo momento do projeto) o qual armazena as informações em um banco de dados e decide a necessidade (baseado em complexas análises de irrigações) de acionar a irrigação, bem como sua duração. Os comandos são executados no *hardware*, o qual terá aplicações adicionais como, por exemplo, acionar outros sistemas independentes do sistema principal de irrigação. Já o

software pode ser instalado em computadores pessoais, bem como, em dispositivos móveis, tendo em vista sua popularidade e mobilidade para o monitoramento e controle das variáveis necessárias ao bom funcionamento do sistema de irrigação (QUEIROZ, 2007).

A transmissão via rede elétrica começou por volta da década de 60 do século XX, visando aproveitar as infraestruturas das redes elétricas para realizar comunicações de um ponto ao outro. Em 1897 foi realizada a primeira comunicação via rede elétrica, no qual realizou o controle das lâmpadas de iluminação pública das ruas de Londres utilizando a comutação de lâmpadas entre ligado e desligados, técnica está conhecida como *Riple Cotrol*.(MARQUES, 2009)

A Tecnologia *Powerline Communications* (PLC), e utilizada para proporcionando o acesso à comunicação de dados através de outro meio físico, a rede elétrica (OLIVEIRA et. al., 2010). Utilizando essa propriedade que ela oferece para desenvolver um sistema de monitoramento e controle em tempo real, com o objetivo de coletar dados dos sensores ao longo do pivô e fazer a comunicação de dados com a central de monitoramento via a rede elétrica (ALVES et. al., 2011).

Em sistemas de irrigação como o pivô central, que se aplica a grandes áreas, a comunicação de sensores com um controlador via cabos é inviável por causa da grande distância. Portanto, a utilização de sistemas de transmissão de dados via modem PLC (*Power line communication*, via rede elétrica), o qual utiliza a rede elétrica já existente em loco que vai em cada torre do pivô, mostra-se como uma ferramenta atraente e aplicável e, desse modo, a exemplo da mecanização, a irrigação poderá ser de precisão. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo desenvolver softwares e hardwares dedicados ao monitoramento e ao controle automático com precisão em sistemas de irrigação (MEDEIROS, 2005).

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi realizado no Laboratório 009, do Bloco G da PUC-GO na área 3, onde primeiramente foi desenvolvido em *software* computacional o esquemático (Figura 01), para que logo em seguida, fosse possível a criação física de um protótipo em *hardware* podendo ser possível a sua transferência para placa de circuito impresso compatível com a plataforma Arduino Mega, denominada *Shield*, Figura 02.

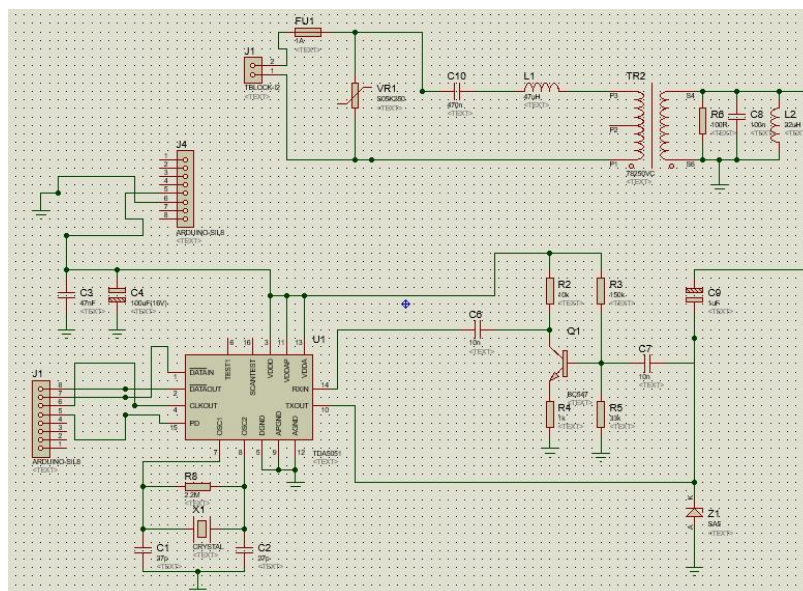


FIGURA 01 - *Layout* da placa em *software* computacional.

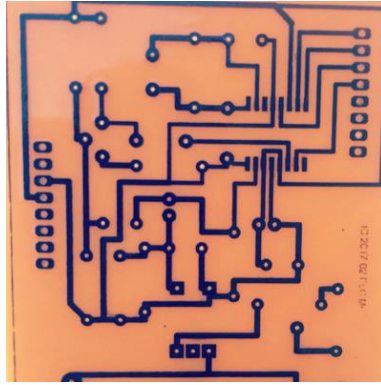


FIGURA 02 – Placa em circuito impresso.

Após soldar todos os componentes nas 03 (três) placas (Figura 03 e 04), montamos em bancada tentando simular como seria o seu funcionamento e instalação em campo, porém substituímos os sensores por potenciômetros do tipo multi-volta, onde teríamos uma precisão maior na hora de alterar os dados a serem lidos.

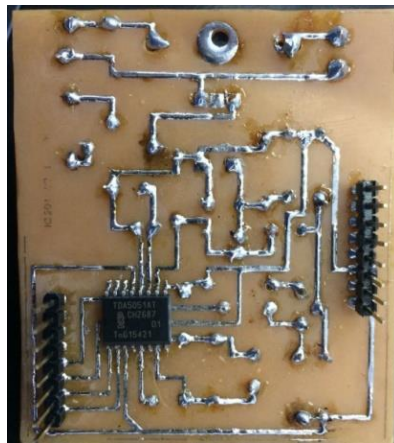


FIGURA 03 – Verso da placa com trilhas estanhadas.



FIGURA 04 – Vista superior com os componentes alocados na placa.

Para este protótipo, foi utilizado o modem PLC da NXP modelo TDA5051A(NXP, 2011), que transmite seus dados através da modulação ASK (*Amplitude Shift Keying*), ou seja, sua transmissão é realizada através da mudança de sua amplitude (HAYKIN, 2011) (LATHI ,

2012), que pode variar entre os níveis lógicos 0 ou 1, podendo vir a mudar o seu estado (*Baud Rate*) de 600 a 1200 vezes por segundo, e trabalha com a tensão de 5v.

Em bancada, o sistema foi distribuído em 03 (três) partes, a primeira parte foi denominada de Master, onde tínhamos 01(um) Arduino Mega, 01(um) protótipo da placa construída e 01(um) visor de LCD, esta estava disposta do LCD para realizar as leituras dos dados alterados pelas outras 02(duas) placas denominadas Escravas, placas essas que eram compostas de 01(um) Arduino Mega, 01(uma) placa protótipo e um potenciômetro multi-volta cada uma, as placas simulavam o sensor de centro, e a outra o sensor final do pivô.

Em forma de diagrama podemos analisar a sequência de seu funcionamento após configurar seu *offset* (Figura 05), e logo em seguida, conforme mostra (Figura 06), a sua disponibilidade no pivô central, onde será realizada a leitura dos dois sensores dispostos que irá enviar seus dados até o receptor, que por sua vez através do inversor, poderá controlar o motor bomba a fim de termos uma vazão homogênea em toda e extensão do pivô.

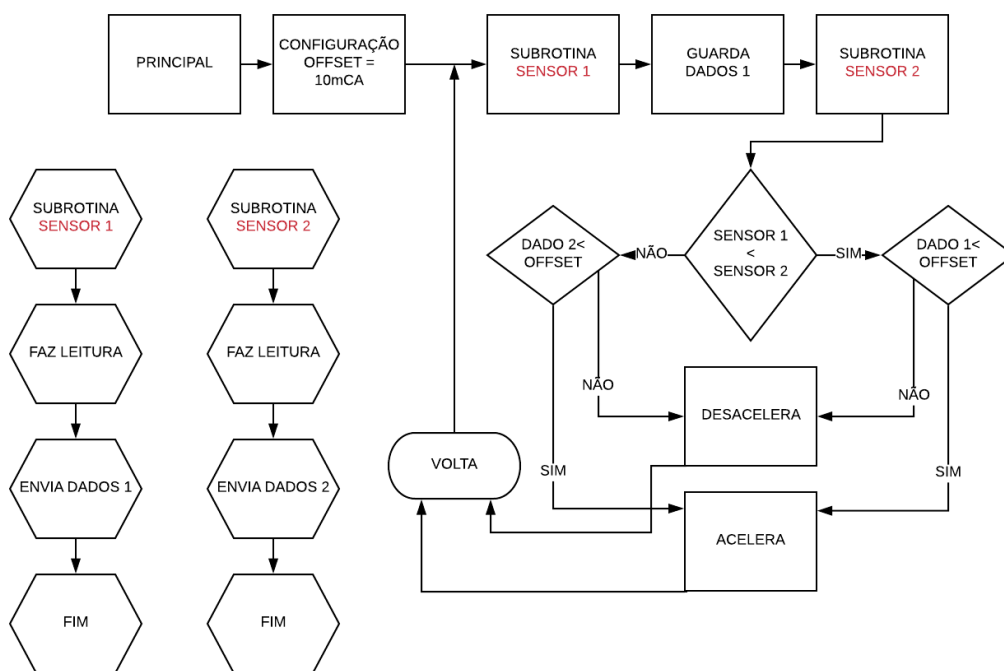


FIGURA 05 – Diagrama de funcionamento.

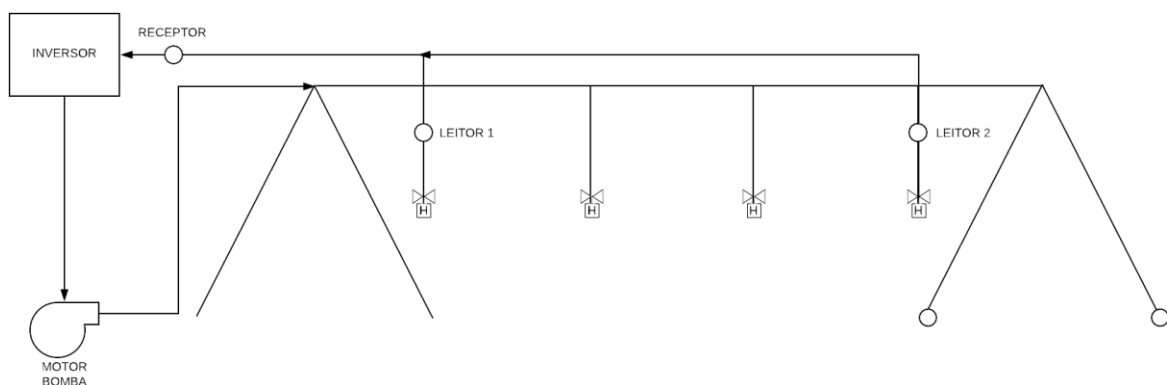


FIGURA 06 – Esquemático de alocação em campo no pivô.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tecnologia PLC, ainda é um pouco estudada no Brasil, quando se comparada com Europa e Estados Unidos, porém, vem ganhando espaço dentro dos centros de pesquisas espalhados pelo país. Na área agrícola não seria diferente, já que é uma área que vem a cada dia tendo a tecnologia ao seu lado, a automação na agricultura de precisão vem sendo estudada por muitos, porém a sua forma de transmissão na maioria das vezes é feita através de antenas via rádio, devido a isso surgiu à ideia de realizar essa transmissão via cabo de rede elétrica.

Em testes realizado em Estação de Processo de Fluxo (Figura 07), variamos a tensão de entrada em seu inverso que trabalha de 0 a 20mA, onde entramos com uma tensão respectivamente de 0 a 5V, conseguimos controlar a rotação do motor bomba a partir do seu momento de partida que se inicia em 30Hz até sua frequência máxima de rotação de 60Hz com 1800rpm.

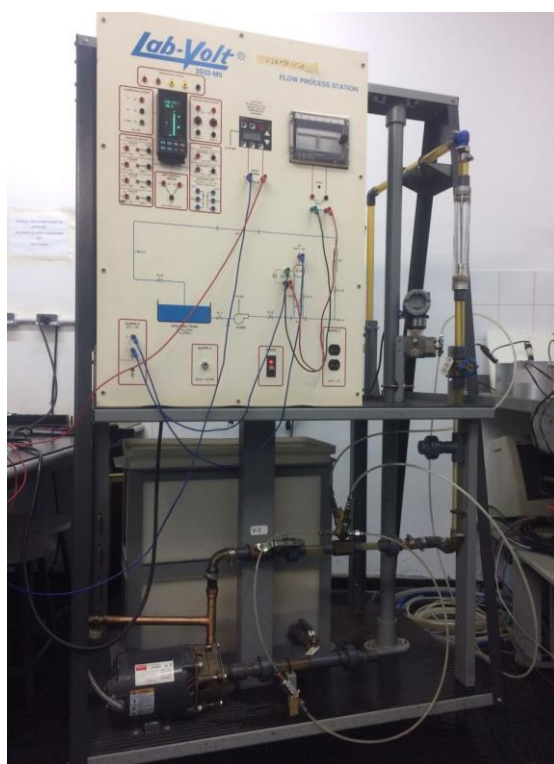


FIGURA 07 – Placa conectada ao inversor da bancada *LabVolt* de Estação de Processo de Fluxo da Puc-GO, área 3, Bloco G na sala 005.

Tensão essa que conseguimos variar através do potenciômetro multi-voltas (Figura 08), que neste caso tem o objetivo de simular o sensor localizado no próximo ao bico do pivô, diante de um osciloscópio com seus terminais conectado a saída da placa criada, obtivemos a sua forma de onda vide (Figura 09), e conectado junto à placa do receptor, denominada máster, temos um visor de LCD que nos dá a leitura da tensão aplicada naquele momento. (Figura 10).

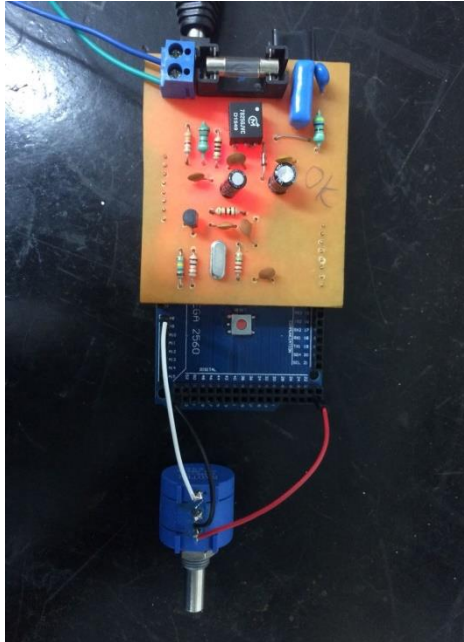


FIGURA 08 – Teste em laboratório com potenciômetro multi-voltas com o objetivo que controlar a tensão.

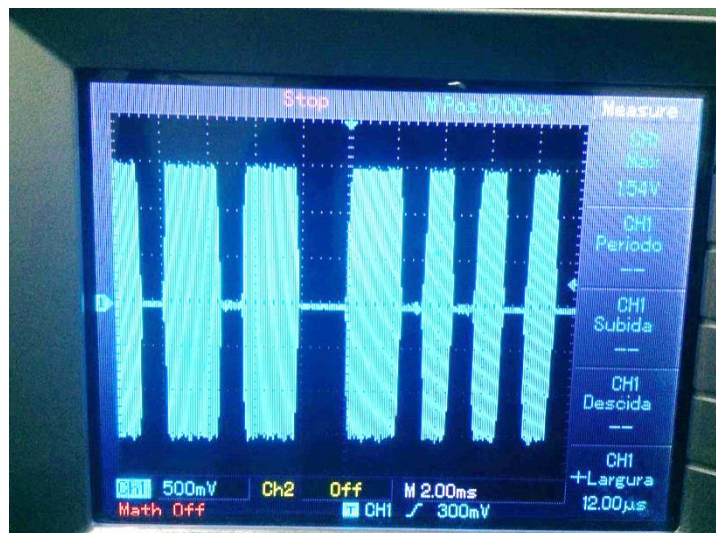


FIGURA 09 – Sinal de transmissão visto por osciloscópio.

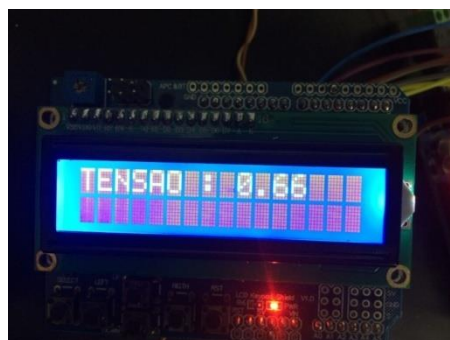


FIGURA 10 – Amostragem da tensão em Display LCD após alterar dado em potenciômetro.

CONCLUSÕES

Os experimentos realizados em laboratório mostram o correto funcionamento do modem para a transmissão e recepção de dados de pressão e o acionamento da bomba através do inversor de frequência, o qual variou a velocidade do sistema bomba. Por se tratar de protótipo de um hardware onde estamos utilizando uma tecnologia ainda não aplicada para tal situação, e baseando nos dados colhidos em experimento laboratorial, podemos concluir que tivemos um resultado aceitável dentro dos padrões de transmissão via modem PLC, resultados esses que devem ser aperfeiçoados futuramente com novos estudos. É importante ressaltar que a utilização do mesmo, será aplicada em campo agrícola onde se pretende ter uma conexão exclusiva e dedicada somente a essa transmissão para que tenhamos um resultado mais objetivo e confiante, pois não pretendemos correr o risco de vir a sofrer perdas dos dados coletados no bico do pivô de irrigação.

REFERÊNCIAS

- ALVES, V.; GONDO, H.; SANTOS, J. E. R.. **Aplicação e transmissão de dados de dados em Power Line Communication**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Unificado de Ensino Superior Objetivo - IUESO, Goiânia, 2011.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.
- HAYKIN, S.; MOHER, M. **Sistemas de comunicação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- JÚNIOR, H. F. S. **Tecnologia PLC transmissão de dados através da rede elétrica**, Especialização em MBA em Telecomunicações. Universidade Salgado de Oliveira Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa MBA em Telecomunicações, Goiânia, 2007.
- LATHI, B. P.; DING, Z. **Sistemas de comunicação analógicos e digitais modernos**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- MEDEIROS, A. M. M. **Potencial de Economia de Energia Elétrica em Sistemas de Irrigação a Pivô Central com Uso de Inversor de Frequência no Estado de Goiás**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Elétrica e Computação, Goiânia-GO, 2005. 137 p
- MARQUES, F. S. **Contribuições para regulamentação da tecnologia PLC no Brasil com base em testes de campo**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Elétrica e Computação, Goiânia-Go, 2009.104p.
- NXP *Semiconductors*. **TDA5051A Home automation modem**, NXP B.V.,2011. Disponível em: <<https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/TDA5051A.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2018
- OLIVEIRA, D. L.; COUTO, E. A; FARIA, L. H. **Tecnologia PLC e as redes inteligentes de energia elétrica**. Trabalho de conclusão de curso. Instituto Unificado de Ensino Superior Objetivo - IUESO, Goiânia, 2010.
- QUEIROZ, T. M. **Desenvolvimento de um sistema automático para irrigação de precisão em pivô central**. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 2007. 141 p.
- QUEIROZ, T. M.; BOTREL, T.A.; FRIZZONE, J. A. Desenvolvimento de software e hardware para irrigação de precisão usando pivô central. **Engenharia. Agrícola**. v.28, n.1, p.44-54, Jaboticabal-SP. 2008.
- VILELA, L. A. A. **Metodologia para dimensionamento de um sistema de pulverização acoplável a pivô central**. 2002. 127 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.