

SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS SEM FIO UTILIZANDO ENERGIA RENOVÁVEL

ALISSON FELIPE COELHO GARCIA^{1*}, ALAN RUANI DIAS GONÇALVES²;
ZITO PALHANO DA FONSECA³

¹Graduando em Engenharia de Computação, UEPG, Ponta Grossa-PR, alissonfcg@gmail.com

²Graduando em Engenharia de Computação, UEPG, Ponta Grossa-PR, alan-goncalves@hotmail.com

³Mestre em Engenharia Elétrica, UEPG, Ponta Grossa-PR, zpfonseca@uepg.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: O trabalho apresenta o projeto de dois hardwares (Mestre e escravo) que tem como função capturar dados no campo, enviar, receber e guardar esses dados para posterior análise. O projeto foi motivado pelo fato de que as propriedades rurais possuem vasta extensão territorial e a passagem de fios em meio a lavoura se torna inviável. A partir dessa necessidade, este trabalho propõe o projeto de uma estação de coleta de dados que utiliza energia solar para manter o seu funcionamento durante o dia e uma bateria para funcionar no período noturno quando não há produção de energia solar.

PALAVRAS-CHAVE: Conversor CC-CC Buck entrelaçado, Energia Renovável, Agricultura de Precisão sem fio.

DATA TRANSMISSION WIRELESS SYSTEM USING RENEWABLE ENERGY

ABSTRACT: The paper presents the design of two hardware (master and slave) whose function is to capture data in the field, send, receive and store the data for later analysis. The project was motivated by the fact that the farms have vast territory and the passage of wires through farming becomes unviable. Based on this need, this paper proposes the design of a data collection station that uses solar energy to keep functioning during the day and a battery to operate at night when there is no production of solar energy.

KEYWORDS: DC-DC Buck interleaved, Renewable Energy, Wireless Precision Agriculture.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional é necessário encontrar medidas para o aumento da produção de alimentos em todo o planeta. Com isso a área das fazendas cresceu muito e os grandes fazendeiros passaram a ter menos controle de suas propriedades e da variabilidade de produção entre uma área e outra (Coelho, 2005), devido ao extenso território e a falta de contato visual com as plantações, a agricultura de precisão pode se mostrar de grande utilidade, visando o aumento da produtividade e também a redução de gastos com insumos e recursos hídricos.

A agricultura de precisão não é algo novo, pelas últimas três décadas ela vem sendo desenvolvida em países da Europa e dos Estados Unidos, porém no Brasil ela começou a aparecer apenas no final dos anos 90 (Mantovani, 2000). Ela pode ser resumida em dois objetivos principais: Redução dos custos de produção através do racionamento dos recursos utilizados na cultura e também aumento de produção por meio de correções precisas nas áreas de menor produtividade, ambos são possíveis utilizando as várias tecnologias disponíveis atualmente.

A agricultura de precisão necessita de dados precisos de vários setores da cultura para ter um bom monitoramento da qualidade do solo, temperatura, umidade entre outros, que podem ser obtidos visualmente ou manualmente (Qingyuan Ma, et al, 2006). Neste contexto surge a oportunidade de

automatizar o processo de obtenção de tais mensuras através do sensoriamento remoto, sem a necessidade de esforço humano e de maneira mais eficiente.

A distribuição dos sensores na extensão da cultura pode ser planejada para obter máxima cobertura, abrangendo assim locais remotos ou de difícil acesso que em caso de leitura manual causaria transtornos, e também com baixo custo em comparativo com a mão de obra humana.

Com a coleta precisa de dados através do sensoriamento remoto poderá ser feita a redução correta do uso de recursos como água e energia, o que irá reduzir os custos de produção da cultura (Correia, F.P, et al, 2013).

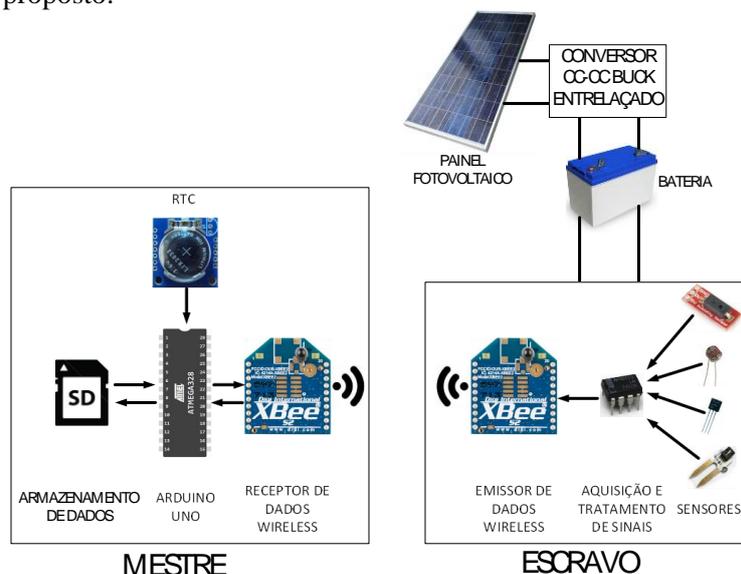
No entanto em muitos casos em propriedades rurais na área de plantação não existe a passagem da rede elétrica de distribuição, desta forma um sistema de monitoramento ficaria inoperante. Neste caso o uso de energia renovável oriunda de painéis fotovoltaicos se torna interessante, pois é um sistema totalmente isolado da rede elétrica e pode ser distribuído por uma vasta área. O uso de um sistema autônomo de alimentação aliado a módulos de comunicação sem fio de monitoramento conectados em rede podem monitorar uma grande área de plantio.

Este trabalho propõe o uso de uma fonte chaveada do tipo abaixador de tensão (Buck) operando de forma entrelaçada para processar a energia de um painel fotovoltaico de forma mais eficiente, para alimentar um sistema de monitoramento sem fio e uma bateria.

MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema proposto é formado por duas estações, a primeira localiza-se no escritório da propriedade (mestre), e a segunda no campo (escravo) coletando os dados através de sensores e os enviando para a estação mestre e onde o sistema autônomo de alimentação atua. A Figura 1 apresenta um diagrama do sistema proposto.

Figura 1 – Sistema proposto.



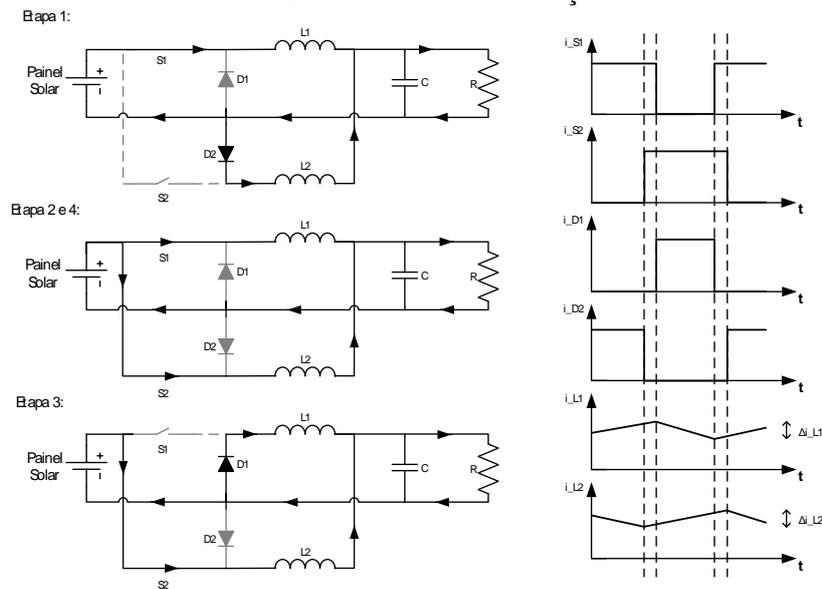
A estação mestre é composta por um Arduino UNO, módulo RTC (Real Time Clock), módulo SD e XBee, o XBee recebe os dados enviados por um outro XBee da estação escravo, o Arduino UNO lê os dados recebidos, e também lê o horário que o módulo RTC está marcando e os salva no cartão SD para posterior análise.

A estação escravo que se localiza distante da estação mestre e desprovida de energia fornecida pela rede elétrica e é composta por um painel fotovoltaico, bateria, conversor Buck entrelaçado, XBee e sensores (temperatura, umidade do ar, umidade do solo, luminosidade). A função dessa estação é se manter sistema operante 24 horas por dia coletando dados dos sensores e os enviando para a estação mestre, a noite quando o painel solar não fornece energia para o sistema, a bateria passa a alimentar os sensores e o XBee para que os mesmos continuem operando normalmente.

Para um melhor aproveitamento da energia gerada pelo painel solar a melhor opção são as fontes chaveadas, devido sua elevada eficiência (acima de 90%) e reduzido peso e volume. A saída de

energia do conversor Buck comum operando em modo de condução contínua, possui a característica de fonte de corrente, dessa forma fornecendo corrente contínua para a saída com pouca ondulação (Martins, 2006). No entanto ainda existe a necessidade de inserir um capacitor eletrolítico na saída e segundo Maddula e Balda (2005) o capacitor eletrolítico possui uma vida útil reduzida em relação a capacitores não polarizados. Desta forma o conversor Buck entrelaçado se torna uma atraente, pois sua ação de entrelace consiste na sobreposição das corrente dos indutores L_1 e L_2 , assim fornecendo para o sistema e a bateria uma corrente com ondulação quase desprezível, podendo utilizar um capacitor não polarizado na saída ou até mesmo retirar esse elemento da saída do conversor, fazendo com que a vida útil do sistema seja consideravelmente elevada em relação a conversores que utilizam capacitores polarizados. No entanto como é apresentado na Figura 2 esse conversor possui um número maior de componentes em relação ao Buck clássico. A Figura 2 apresenta as etapas de funcionamento do conversor Buck entrelaçado para condução contínua.

Figura 2 – Etapas de funcionamento do Conversor Buck Entrelaçado.



Etapa 1: O interruptor S_1 se encontra em condução e carrega o indutor L_1 e o diodo D_1 nesta etapa esta bloqueado. O interruptor S_2 encontra-se bloqueado e o indutor L_2 entrega sua energia armazenada para a carga através do diodo D_2 .

Etapa 2 e 4: Os interruptores S_1 e S_2 encontram-se em condução, desta forma armazenando energia em L_1 e L_2 e os diodos D_1 e D_2 se encontram bloqueados.

Etapa 3: O interruptor S_2 se encontra em condução e carrega o indutor L_2 e o diodo D_2 nesta etapa esta bloqueado. O interruptor S_1 encontra-se bloqueado e o indutor L_1 entrega sua energia armazenada para a carga através do diodo D_1 .

Através das etapas de funcionamento é possível levantar as equações para calcular os indutores L_1 e L_2 e o capacitor C . As equações 1, 2 e 3 apresentam o cálculo dos indutores, capacitor e razão cíclica respectivamente.

$$I_o 16 \cdot f_s \cdot \Delta V_o \quad (2)$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} \quad (3)$$

Onde:

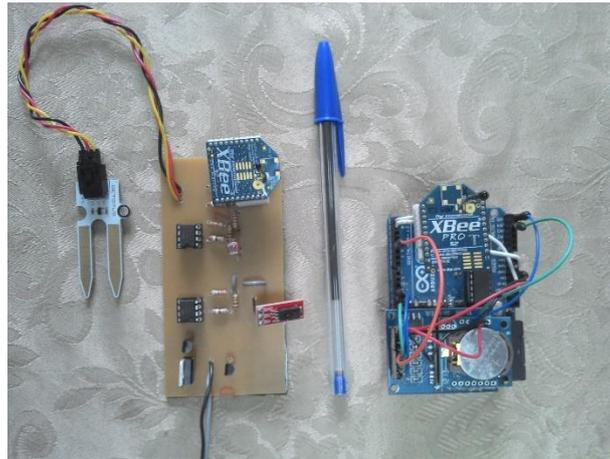
- ◆ V_{in} - tensão de entrada.
- ◆ V_{out} - tensão de saída.
- ◆ - ondulação da tensão de saída.
- ◆ D - razão cíclica.

- ◆ I_o - corrente de saída.
- ◆ - ondulação da corrente de saída.
- ◆ f_s - frequência de comutação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 apresenta o sistema de comunicação sem fio proposto, composto pelo mestre, escravo, sensores, RTC e cartão SD.

Figura 3 – Sistema de comunicação sem fio mestre e escravo.



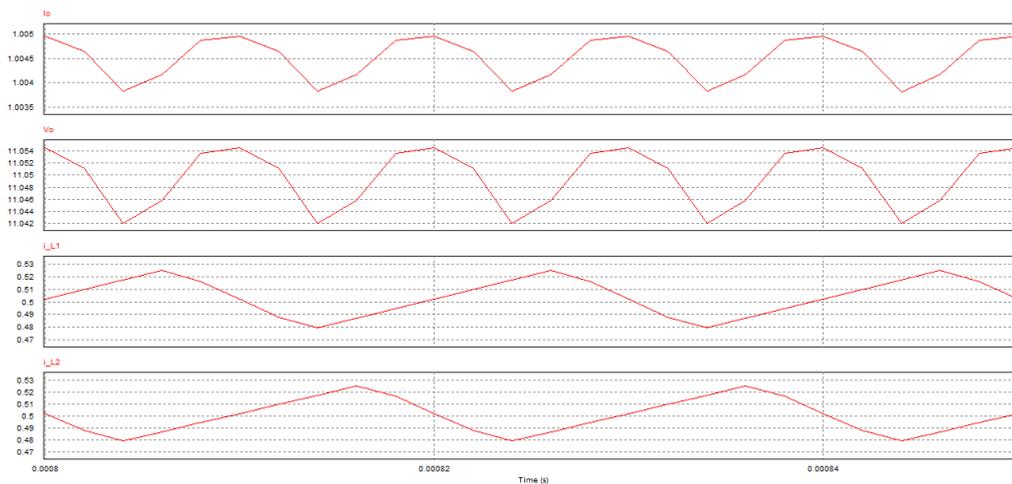
Para demonstrar o comportamento do conversor Buck entrelaçado e validar o seu projeto resultados são apresentados. A Tabela 1 apresenta as especificações de projeto.

Tabela 1 – Especificação do projeto.

Variáveis	Valores
V_{in}	17 V
V_{out}	11 V
I_o	1 A
P_{out}	11 W
f_s	50 kHz
Δi_L	5%
Δv_o	5%

Através das equações 1, 2 e 3 obtém os valores dos indutores L_1 e L_2 , capacitor C e razão cíclica D , seus valores são 1,553mH, 2,2uF e 0,64 respectivamente.

Figura 4 – Gráficos da corrente de saída, tensão de saída, e corrente nos indutores L_1 e L_2 .



A Tabela 2 apresenta os valores obtidos através das formas de onda apresentadas na Figura 4.
Tabela 2 – Valores obtidos.

Variáveis	Valores
Tensão de Saída	11,044Volts
Corrente no Indutor L_1	0,500 A
Corrente no Indutor L_2	0,500 A
Corrente de Saída	1,0003 A

Pode-se observar através da Figura 4 que a corrente média nos indutores é 0,5A e que a ação de entrelace gera uma corrente na saída de 1A com pequena ondulação, pois ao se somar as correntes dos indutores reduz-se a ondulação da corrente de saída, tornando assim o valor de saída bem próximo ao calculado.

CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou um sistema que demonstra grande potencial de utilização e um baixo custo, bem como possíveis expansões e aperfeiçoamentos para melhor a eficiência dos dados coletados, precisão e alcance.

O sistema visa demonstrar e exemplificar a instrumentação eletrônica aplicada a agricultura de precisão, sendo assim, com um baixo custo é possível montar um esquema de emissor-receptor de dados coletados, com grande potencial de aplicação em campos de cultivo. As possibilidades de expansão e aperfeiçoamento se mostraram muito promissoras, tais como aumento de alcance, setorização e expansão da rede.

O hardware proposto viabiliza a alimentação de sistemas de monitoramento, onde não existe a passagem da rede elétrica de distribuição. Além de utilizar energia renovável foi projetado pensando em prolongar o tempo de vida de seus componentes eletrônicos.

REFERÊNCIAS

- Coelho, A. M. (2005) Agricultura de Precisão: Manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e culturas. http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/18887/1/Doc_46.pdf, Abril.
- Correia, F.P., et al, Propagation analysis in Precision Agriculture environment using XBee devices, *Microwave&OptoelectronicsConference (IMOC), 2013 SBMO/IEEE MTT-S International*, vol., no., pp.1,5, 4-7 Aug.
- Maddula, S. K e Balda ,J. C. Life time of electrolytic capacitor in regenerative induction motor drives, in Proc. IEEE Power Electron Spec. Conf., 2005, pp. 153-159. 2005.
- Mantovani, E. C. (2000) Agricultura de Precisão e sua Organização no Brasil, Agricultura de Precisão, Viçosa.
- Martins, D. C. Eletrônica de potência: conversores CC-CC básicos não isolados / Denizar Cruz Martins, Ivo Barbi. 2. ed. rev. Florianópolis: Ed. dos Autores, 2006. 377p. : il., graf., tabs.

Qingyuan Ma, et al. "The Data Acquisition for Precision Agriculture Based on Remote Sensing," *Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2006. IGARSS 2006. IEEE International Conference on*, vol., no., pp.888,891, July 31 2006-Aug.