

Rede de sensores sem fio para monitoramento ambiental com nós autônomos alimentados por energia solar

Pedro Augusto Amaral Batista

Resumo—O trabalho propõe uma estratégia para monitorar grandezas de um ambiente externo com intuito de proporcionar a melhora tanto de nossa qualidade de vida, quanto a preservação. Neste sistema as medições e controle são realizados por uma rede de sensor sem fio (RSSF). Como resultado foi obtido um nó sensor autônomo e não invasivo, capaz de monitorar grandezas como temperatura e umidade, entre outras. O sistema é alimentado por uma bateria e recarregado por painéis fotovoltaicos, permitindo operar por um longo período. Este será controlado remotamente por um gateway e conectado à internet das coisas através de um sistema supervisorio. **Palavras-Chave**—Nó sensor autônomo, não invasivo, monitoramento ambiental, RSSF, Painel fotovoltaico.

Abstract—This paper proposes a strategy to monitor the magnitudes of an external environment in order to improve both our quality of life and the preservation. In this system measurements and control are performed by a wireless sensor network (WSN). The result was an autonomous and non-invasive sensor node, able to monitor quantities such as temperature and humidity, among others. The system is powered by a battery and recharged by photovoltaic panels, allowing operate for a long period of time. This will be controlled remotely by a gateway and connected to the internet of things through an supervisory system. **Keywords**—Sensor node autonomous, non-invasive, environmental monitoring, RSSF, Photovoltaic panel.

I. INTRODUÇÃO

O projeto propõe a implementação de uma Rede de Sensores sem Fio (RSSF) de baixo custo para supervisão de grandezas ambientais, colaborando com as tomadas de decisão e evitando maiores danos ao ambiente. Tratando-se de um ambiente hostil para uma rede de sensores, um dos pontos de investigação são as condições de propagação, onde são investigadas questões como: eficiência da rede, as técnicas de controle de acesso ao meio e roteamento e também a alimentação do sensor [RAPPAPORT]. Uma alternativa que vem sendo adotada para alimentar os nós sensores é através de baterias recarregadas através de Painéis Fotovoltaicos (PV). Esta alternativa parece viável uma vez que em ambientes externos não é possível a alimentação direta da rede [ISA 100].

O objetivo é investigar e monitorar as grandezas importantes para o ambiente e a necessidade da frequência de coleta. Na formação da RSSF serão investigadas as técnicas de controle de acesso ao meio e roteamento para atender as questões relacionadas com a economia de energia. O resultado esperado é um nó sensor remoto ou uma rede de nós sensores remotos alimentados por painéis fotovoltaicos, capazes de coletar as grandezas e apresenta-las em uma interface IOT com o objetivo de analisar a condição ambiental e correlacionar com as condições do clima.

II. MATERIAS E METODOS

A- Rádiuino

O Rádiuino é uma plataforma livre para criação de rede de sensores sem fio (RSSF), contemplando hardware, firmware e software, e baseado na plataforma Arduino ele é estruturado em uma pilha de protocolos com 5 camadas: Física, MAC, Rede, Transporte e Aplicação, esta estrutura é conceitualmente equivalente à pilha TCP/IP. O hardware nada mais é do que um Arduino integrado a um transceptor CC1101 da Texas Instruments e controlado por um Microcontrolador ATMEGA 328 da Atmel, ele utiliza o mesmo ambiente de programação do Arduino (Arduino, 2015) e o IDE (*Integrate Development Environment*) do Arduino é baseado no Wiring, estrutura de programação de código aberto para micro controladores (Wiring, 2015). Para o funcionamento do sensor é necessário que exista uma base ligada ao computador que irá interagir com os demais sensores. Todo o processo de comunicação acontece através da transmissão de pacotes de 52 bytes entre a base e o sensor e vice-versa que são comandados pelo software Python, este gera um mapa de pacotes, que são alterados para atender as solicitações de medição das grandezas ou de controle dos dispositivos. A conexão do sistema é realizada através de um dispositivo que servirá tanto como seu programador do Rádiuino, via cabo USB, quanto como a base de comunicação, para com o sensor (Figura 1). Esse dispositivo é uma base programadora (UartSBee), que quando conectada a um rádio de comunicação BE900 (Rádiuino) através de comandos do computador poderá transmitir os pacotes de controle para os nós sensores.



Fig. 1. Base programadora UartSBee e rádio BE900 (Rádiuino, 2016).

O nó sensor é responsável por receber os comandos da base para aferição das grandezas, realizá-las e retornar um pacote com os valores aferidos. Para essa tarefa, utilizaram-se o rádio BE900, uma placa de aplicação desenvolvida especialmente para o projeto e os transceptores DHT22 e VH400 (vegtronix). A placa de aplicação serviu para o controle da alimentação do rádio e dos sensores, e como circuito de comunicação entre a saída digital de cada sensor e quatro portas digitais do rádio. Inicialmente a placa analisada foi a Xbee Carrier [SEEDSTUDIO], ela foi escolhida pois já possuía o regulador de tensão, e o controlador de carga necessários. Com intuito de reduzir o consumo da placa foram extraídos alguns componentes, como led's desnecessários e o FTDI, componente responsável para realizar a inserção do firmware no rádio. No caso ele se torna desnecessário pois, por se tratar de um sensor

não é necessário reprograma-lo durante o sensoriamento, caso necessário, o mesmo pode ser reprogramado com auxílio de uma Usuart bee. A retirada dos componentes desnecessários disponibilizou portas digitais e analógicas. Para utilizar essas portas foi confeccionada uma placa de circuito impresso e adicionada a tecnologia Grove, que engloba de sensores e de fácil conexão.

B- Firmware

O firmware é por definição um software embarcado dentro do micro controlador, ele é estruturado em camadas, sendo que cada camada possui a sua funcionalidade (Radiuino, 2016), para facilitar o desenvolvimento de rede de sensores sem fio. O Firmware deve estar atrelado ao Hardware de forma a fazer a ligação dos pinos físicos do BE900 com os pinos lógicos utilizados e estes devem ser mapeados no pacote do Radiuino que já estão previamente definidos.

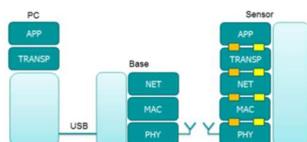


Fig. 2. Camadas da base e do Sensor (Radiuino, 2016).

III- RESULTADOS

Em [YE] é apresentada uma solução para monitoramento através de uma Rede de Sensores Sem Fio (RSSF). Em geral as grandezas monitoradas possuem características de variação temporal lenta, não necessitando uma monitoração frequente. O sleep mode é um dos modos de funcionamento do módulo de rádio, ele pode ser utilizado visando a eficiência energética do sistema. Entretanto o sistema simples de dormência no radio não é adequado a função visada. Para aumentar a eficácia dessa estratégia foram feitas alterações na camada MAC ou camada de acesso ao meio. Inicialmente a estratégia é a mesma, o gateway envia o pacote solicitando as grandezas monitoradas, a base transmite a requisição para o nó sensor, que responde com os valores e dorme. Ao acordar o sensor permanece ligado em modo recepção esperando por uma comunicação por um tempo (T_2) determinado, caso ele não receba uma comunicação, ao invés de ficar naquele estado, o mesmo entra em modo sleep por um tempo (T_3) também determinado, e após isso ele retorna ao estado de espera determinado pelo tempo T_2 . Através desta estratégia o consumo foi reduzido, entretanto mais medidas foram tomadas para melhorar a eficiência do sistema.

BE900	
Sleep	26uA
BE900 TX	32mA
BE900 RX	22mA

Fig. 3. Protótipo do sensor Solar

Visto que os sensores estavam consumindo corrente em todos estados de funcionamento do nó sensor, ou seja, consumindo corrente mesmo quando não foram solicitadas as medições, eles tiveram sua alimentação feita através de um pino digital, desta forma o mesmo tem de ser acionado via programação para fornecer energia aos sensores. Desta forma conseguimos manter o sensor funcionando de forma autônoma por mais de uma semana.



Fig. 4. Protótipo do sensor Solar

O sensor foi alimentado por uma bateria de Li-ion(Lítio) que possui tensão de 3,7V e 0,5Ah, ou energia específica de 6,66kJ. O consumo do rádio foi calculado através da estratégia de sleep desenvolvida que se resume no tempo do ciclo e nos consumos de cada estado. O ciclo é dividido em 3 estados: transmissão, recepção e sleep, seus tempos de operação foram definidos respectivamente em 31,31ms, 513ms e 6000ms e seus consumos são respectivamente 30mA, 28mA e 120uA. Levando em consideração as perdas no regulador de tensão e o consumo do rádio, se dividirmos a energia específica da bateria pela energia consumida em um ciclo de operação, podemos concluir que a bateria poderia alimentar o nó sensor durante 81920 ciclos ou 57 dias. O painel fotovoltaico escolhido foi uma célula (55x70 0,5W), o critério utilizado foi que nossa colhedora deve, em um dia, reabastecer a bateria. Usando a informação sobre a eficiência e o tamanho da célula e a incidência de energia solar no local em 1m² foi possível concluir que 0,89 células de (55x70 0,5W) já seriam suficientes para recarregar a bateria. A conexão com o supervisor de IOT foi realizada através da plataforma TAGO.IO.

IV- CONCLUSÃO

As medidas tomadas para diminuir o consumo dos sistema se mostraram eficientes, entretanto não é possível afirmar a sobrevivência do nó sensor durante os 54 dias previstos, o sistema foi monitorado e se manteve de maneira autônoma durante 30 dias porem ambientes externos estão suscetíveis a fatores como alta umidade, poeira, sujeira, condensação, entre outros que podem danificar equipamentos, sensores, atrapalhar na transmissão ou coleta dos dados e também na tomada de alguma decisão[AKYILDIZ]. O sistema de medição se mostrou de baixo custo e não destrutivo ao ambiente, e de fácil acesso, uma vez que os valores podem ser visualizados pela internet. Os dados podem ser mais concretos caso realize-se as medições não apenas em uma planta e, sim, de um grupo delas, obtendo-se amostragem representativa do processo.

V- REFERÊNCIAS

- [1] ISA 100 Wireless. Control Over Wireless: Current Applications and Future Opportunities. Disponível em: http://www.nivis.com/resources/WCI_auto_Week_2012_%20Paper_v18_Sep.pdf.
- [2] RAPPAPORT, Theodore. Wireless Communications: Principles and Practice, 2nd Edition. Prentice Hall, 2001, 736 pp.ISBN: 0130422320.
- [3] <https://www.seeedstudio.com/Grove-XBee-Carrier-p-905.html>
- [4] Radiuino disponível no site da empresa
- [5] YE Dunfan Ye, Daoli Gong, Wei Wang. Application of Wireless Sensor Networks in Environmental Monitoring. 2009
- [6] BADER Sebastian Bader. Enabling Autonomous Environmental Measurement Systems with Low-Power Wireless Sensor Networks.
- [7] <http://www.mouser.com/pdfdocs/mesh-rfm-solar-wireless-sensor-networks.pdf>
- [8] AKYILDIZ, Ian F. VURAN, Mehmet Can. Wireless Sensor Networks. John Wiley and Sons, Ltd, Publication. 2010.