

# Aplicativo para Controle e Monitoramento de Cargas online utilizando dispositivo *Bluetooth Low Energy*

Pedro H. M. Araújo<sup>1</sup>, Renan P. Figueiredo<sup>1</sup>, Douglas L. Dias<sup>1</sup>, Sandro C. S. Jucá<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Área da Telemática – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) CEP 61939-140 – Campus Maracanaú – CE – Brasil

{hericsonaraujo2013, renanpdef, dldouglaslopes, sandro.juca}@gmail.com

**Abstract.** *This paper aims to control different loads using an application for compatible devices with Bluetooth Low Energy installed on Android operating system technology or radio frequency system with a Front End C language so that you can perform communication with the Parallel Port considering that there are still many computers with this technology, promoting metarecycling. With this system, you can enable loads with user-defined options activate by time, by activating software and by external sensor radio frequency or sending commands through to Bluetooth Low Energy.*

**Resumo.** *Este artigo tem como objetivo controlar cargas diferentes utilizando um aplicativo para aparelhos compatíveis com a tecnologia Bluetooth Low Energy instalado em sistema operacional Android ou em sistema de rádio frequência juntamente com um Front End em linguagem C para que seja possível realizar a comunicação com a Porta Paralela tendo em vista que ainda há muitos computadores com esta tecnologia, promovendo a metarreciclagem. Com este sistema, é possível ativar as cargas com opções definidas pelo usuário ativar por horário, por software e por sensor externo por rádio frequência ou enviar os comandos através do Bluetooth Low Energy.*

## 1. Introdução

Com o crescimento acelerado da tecnologia computacional, tecnologias que hoje estão em desuso são conseqüentemente descartadas. Para evitar o acúmulo de lixo eletrônico é necessária uma análise profunda com relação a essas tecnologias, visando buscar alternativas para o uso das mesmas.

Metarreciclagem é um conceito de reapropriação de tecnologias que visa à transformação social. Possui princípios tais como a apropriação crítica de tecnologias, ênfase em tecnologias para o uso social, uso de software livre devido à concepção do conhecimento como um bem coletivo e livremente apropriável [Goulart 2008].

Foram utilizados dois métodos para o acionamento das cargas que são acionamento por rádio frequência e por microcontrolador associado ao módulo *Bluetooth Low Energy* (BLE). Com a utilização da rádio frequência, não há a necessidade de fios entre o transmissor e o receptor, o que aumenta a portabilidade do sistema. Já o BLE foi escolhido pelo baixo consumo energético, pela possibilidade de acionar cargas de forma independente e pela comunicação via Android e iOS visto que há uma grande disponibilidade de *smartphones* com essa tecnologia.

Neste projeto, foi desenvolvido um aplicativo para o sistema operacional

Android que se comunica com o módulo conectado ao microcontrolador enviando e recebendo dados. Dessa forma, é possível acionar dispositivos externos de acordo com as informações enviadas ao microcontrolador. Na opção de transmissão via BLE, os comandos são enviados pelo aplicativo ativando as saídas de forma independente, é possível também postar em um banco de dados em qual data e horário as cargas foram ativadas.

Neste projeto foi utilizado também um estabilizador em desuso, uma campainha sem fio, uma placa de fenolite, um conector DB25, um circuito integrado (CI) 4017 [Datasheet 4017 2014], um computador com porta paralela, microcontrolador PIC18F2550 [Microchip 2009] e um módulo *Bluetooth Low Energy* [Datasheet Bluetooth Low Energy 2015]. Através do software desenvolvido em linguagem C é realizada a comunicação do circuito com a porta paralela do computador possibilitando ao usuário ativar as saídas de diversas formas, tais como por horário previamente estabelecido, por sensor externo ou em tempo real.

## 2 – Aplicativo *Bluetooth Low Energy* (SanUSBLE)

Para a implementação do projeto proposto, foi desenvolvido um aplicativo para sistema operacional Android que realiza a comunicação com o BLE enviando e recebendo dados. A tela do aplicativo BLE é mostrada na Figura 1.

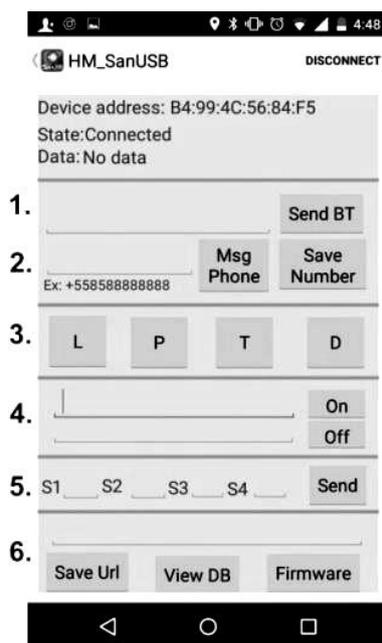


Figura 1. Aplicativo SanUSBLE

### 2.1 Descrições dos campos do aplicativo Android BLE

1. Envio de comandos do campo *SendBT* via *Bluetooth*.
2. É possível cadastrar um número de celular para que seja possível enviar e receber mensagens de texto. Se o aplicativo receber uma mensagem de texto do telefone cadastrado, o conteúdo da mensagem será enviado via *Bluetooth*. O usuário remoto pode ativar uma carga apenas enviando comandos SMS para o

- celular onde o aplicativo está instalado. Se for recebida a mensagem de texto “GPS”, o aplicativo responde com uma mensagem informando a localização.
3. Botões que enviam respectivamente os caracteres ‘L’, ‘D’, ‘P’ e ‘T’ via *Bluetooth*.
  4. Executa e salva a URL ou o IP cadastrado nos botões ON e OFF.
  5. Dispõe de monitoramento via banco de dados, onde posta os valores dos campos S1, S2, S3 e S4 (sensores) no banco de dados.
  6. Com o botão *Save URL DB*, salva uma *URL* para a visualização do banco de dados. A URL recebida pelo microcontrolador é executada e os dados recebidos são diretamente postados no banco de dados.

### 3. Descrição dos componentes

Neste tópico são descritos os componentes e as ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do trabalho.

#### 3.1 Placa microcontrolada SanUSB

Através do sistema de desenvolvimento SanUSB que é uma ferramenta composta de software e hardware básico da família PIC18Fxx5x com interface USB, foi possível a realização do projeto. Esta ferramenta possibilita que a compilação, a gravação e a simulação real de um programa, possam ser feitos de forma rápida e eficaz a partir do momento em que o microcontrolador esteja conectado diretamente a um computador via USB [Jucá 2009].

Os componentes básicos do circuito para gravação do PIC via porta USB são um microcontrolador PIC18F2550, um cristal de 20 MHz, dois capacitores de 22 pF, dois capacitores de 1  $\mu$ F, um resistor de 2k2, 1 diodo, 1 LED e 1 resistor de 390  $\Omega$ , mostrado na Figura 2.

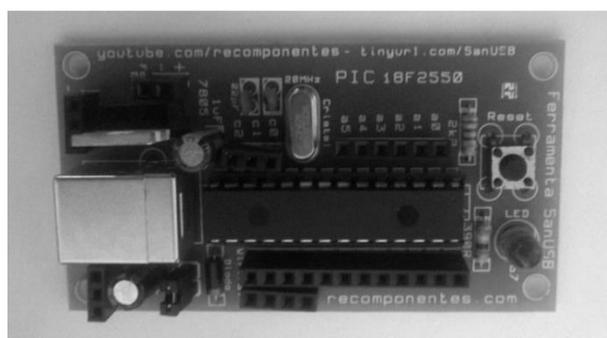


Figura 2. Circuito para gravação do PIC18F2550

#### 3.2 Bluetooth Low Energy

A tecnologia *Bluetooth Low Energy* ou *Bluetooth 4.0* é um protocolo de rede de tecnologia sem fio que teve origem no *Bluetooth*. Possui uma alta velocidade de até 1Mbps e tem como característica fundamental a economia de energia, permitindo diminuir os níveis de consumo de energia em aparelhos que não precisam transmitir grandes volumes de dados, apresentando um consumo energético de apenas 10% quando comparado com o *Bluetooth* clássico, pois esse dispositivo permanece em modo *sleep* na maior parte do tempo, saindo desse modo apenas para realizar conexões que

duram alguns ms, com consumo energético com picos de 15mA, mas como uma média de 1uA [Araujo e Vasconcellos 2015].

Pode ser utilizado em automação de tarefas domésticas ou no trabalho, também recebe grande atenção em questões médicas devido à sua portabilidade [Whittaker 2011], pois atua como monitor de diversas preocupações de saúde. O uso da tecnologia BLE está crescendo significativamente em eletrônicos em geral, saúde e *fitness*, *smartphones*, também na área automotiva [Litepoint Corporation 2012].

## 4. Desenvolvimento do Projeto

### 4.1 Funcionamento por *Bluetooth Low Energy*

Como pode ser observado na Figura 3, o PIC18F2550 [Microchip 2009] possui 28 pinos nos quais são usados quatro pinos, 21, 22, 23, 24, que alteram entre nível alto e nível baixo de acordo com os comandos enviados pelo aplicativo para acionar as cargas.

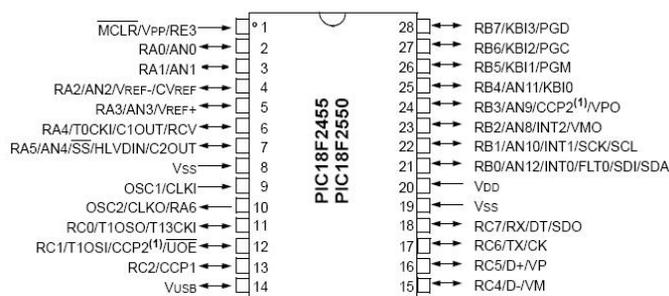


Figura 3. Ilustração do PIC18F2550

Através do aplicativo desenvolvido para o sistema operacional Android, é realizada a comunicação entre o *Bluetooth Low Energy* e o microcontrolador PIC 18F2550 e, no microcontrolador e no BLE, os dados são enviados através do pino TX e recebidos através do pino RX. Neste modelo de funcionamento, é possível acionar até quatro cargas de forma independente.

Após a comunicação entre o *smartphone* e o BLE, o usuário inicia o aplicativo e escolhe as devidas informações que são enviadas ao PIC18F2550, acionando a saída correspondente. Na Figura 4, o circuito é esquematizado.

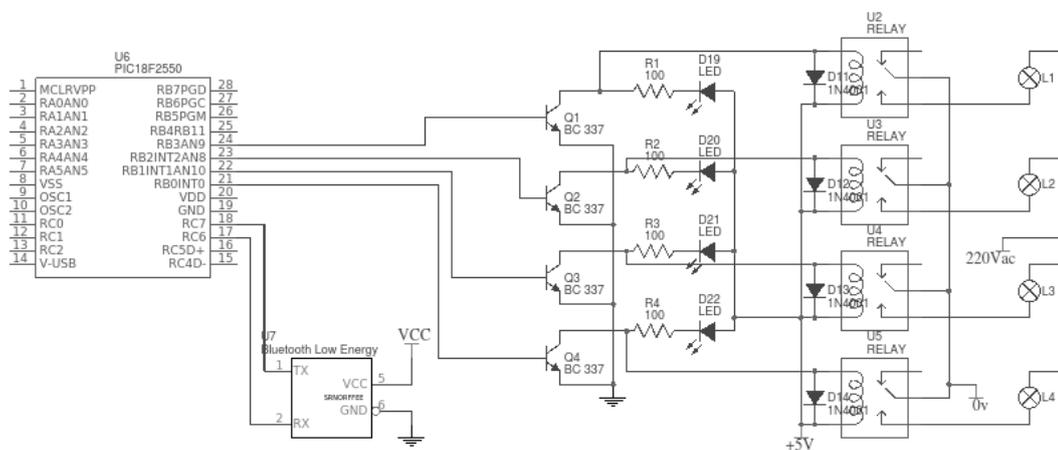


Figura 4. Circuito com microcontrolador e *Bluetooth Low Energy*

## 4.2 Funcionamento por rádio frequência

No modelo de transmissão por rádio frequência, a interação entre software e hardware é essencial para este projeto, pois as saídas são escolhidas de acordo com o número de pulsos enviados pelo programa. Esses pulsos são recebidos pelo CI 4017 e sequenciados de acordo com a opção. O circuito integrado 4017 pertence à família lógica CMOS em que os componentes podem funcionar com tensões de 3 a 15 Volts e possuem características que permitem sua interligação direta e com outros componentes como o CI 555. No CI 4017, encontramos um contador/decodificador Johnson com uma entrada e 10 Saídas como mostra a Figura 5. [Braga 2014].

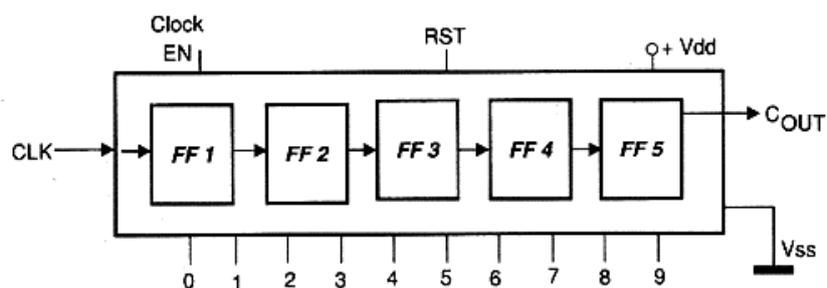


Figura 5. Diagrama de blocos do 4017 com uma entrada e 10 Saídas

Na operação normal, os pinos *Clock EN* (*clockinhibit*) e *RST* (*Reset*) estão ligados ao GND e no pino de *CLK* (*Clock*) são aplicados pulsos retangulares. É possível ver no diagrama de tempos mostrado da Figura 6, partindo da condição que a saída *S0* se encontra em nível alto e as demais no nível baixo. Ocorre o seguinte: a cada pulso aplicado, a saída que está no nível alto passa ao nível baixo e a seguinte passa ao nível alto. [Braga 2014].

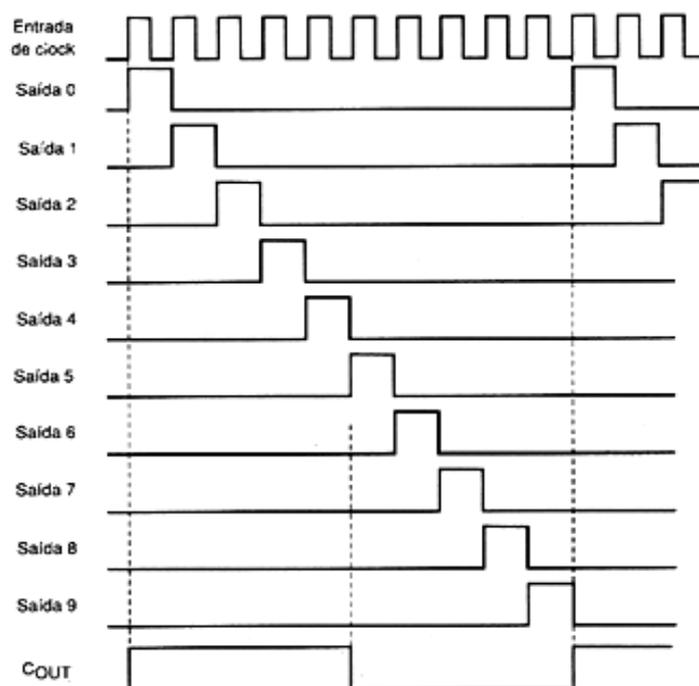


Figura 6. Diagrama de tempos do 4017

#### 4.2.1 Circuito Transmissor

Após o usuário definir a opção desejada de saídas, o sistema ativa a saída da porta paralela, havendo assim nível lógico alto por aproximadamente um segundo (definido pelo programa) no pino 6, que alimenta a base do transistor BC 337 para acionamento do relé e do transmissor como mostra a Figura 7. Após esse tempo, o pino 6 volta a ser nível lógico baixo e o sistema então envia um pulso ao receptor. A quantidade de pulsos enviados é determinada pela opção do usuário.

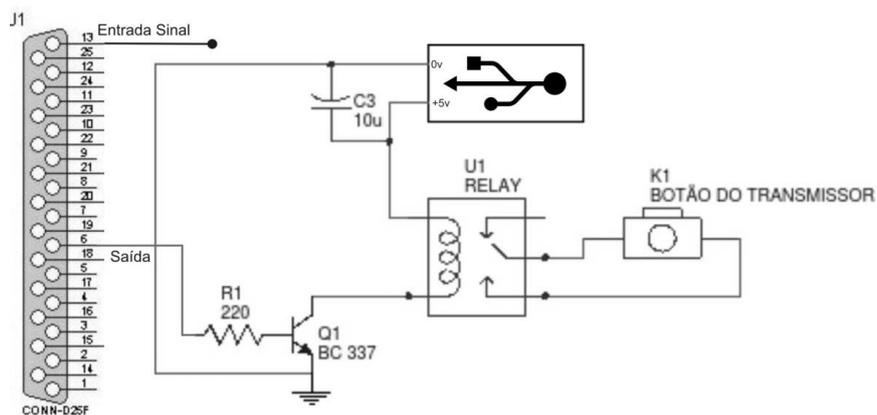


Figura 7. Circuito para ativação do transmissor

#### 4.2.2 Circuito Receptor

Inicialmente, a Saída 1 está ativada, cabendo ao usuário escolher as outras saídas que deseja acionar e o sistema envia pelo transmissor os pulsos necessários. O receptor por sua vez direciona os pulsos para o CI 4017 que sequencia suas saídas, neste caso estamos utilizando um contador 1 até 5, pois é o número de opções que o usuário pode escolher. Foram utilizadas as saídas Q0 a Q5 do CI 4017. A saída Q4 (pino 10) é utilizada justamente para desligar todas as saídas, por isso não há nenhuma ligação atribuída a ela. A saída Q5 (pino 1) é utilizada para *resetar* a contagem. Já as saídas Q0 a Q3 (respectivamente pinos 3, 2, 4, 7) alimentam a base dos transistores BC 337(NPN), que ativam a bobina do relé consequentemente comutando o contato entre o Comum e o Normalmente Aberto (NA). Dessa forma, Q0 ativa a Saída 1, Q1 ativa as saídas 1 e 2; Q2 ativa as Saídas 1, 2 e 3 e Q3 ativa as Saídas 1, 2, 3 e 4. Na Figura 8, o circuito que sequencia os pulsos recebidos ativando as saídas pode ser observado.

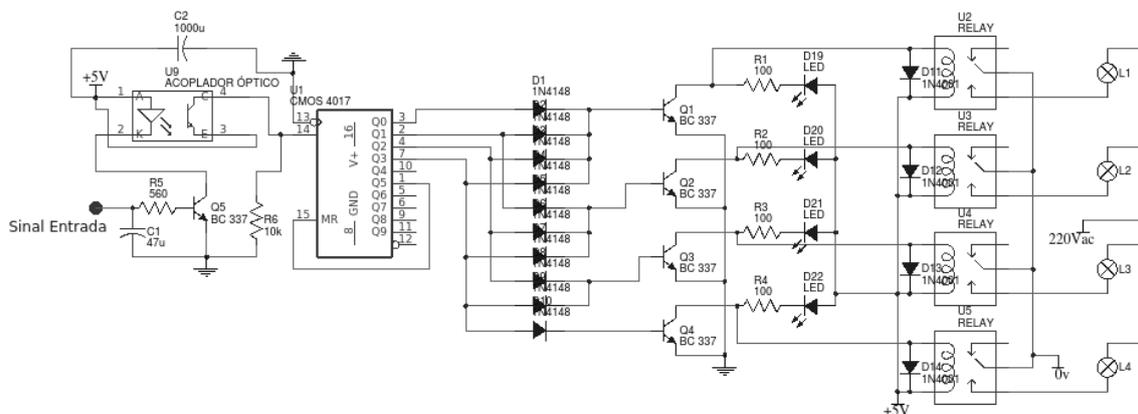


Figura 8. Esquemático do circuito

Os diodos são de extrema importância neste circuito, pois controlam o fluxo da corrente impossibilitando que uma saída interfira no estado de outra. Se o usuário escolher acionar as Saídas 1, 2 e 3 então o programa irá identificar quantos pulsos serão necessários para que a saída Q2 (pino 4) esteja em nível alto alimentando assim as bases dos transistores Q1, Q2 e Q3 que ativam os relés U2, U3 e U4 fazendo com que as saídas 1, 2 e 3 fiquem ativadas.

### 4.2.3. Porta Paralela

A porta paralela é uma interface de comunicação entre computadores e periféricos. O computador nomeia as portas paralelas, chamando-as de LPT1, LPT2, LPT3 etc. Porém, a porta física padrão de seu computador é a LPT1 e seus endereços são 378h (para enviar um byte de dados), 378+1h (para receber um valor) e 378+2h (para enviar dados). Geralmente está disponível a LPT2, e seus endereços são: 278h, 278+1h e 278+2h, com as mesmas funções dos endereços da porta LPT1 [Messias 1999].

O conector de uma porta paralela é chamado de DB-25. Possui 25 pinos e é através deles que ocorre a transmissão de dados (Figura 9). Um dos pinos se encontra em nível lógico baixo quando sua tensão elétrica está entre 0V e 0,4V. Já quando é considerado em nível lógico alto, está entre 3,1V e 5V. Na aplicação deste circuito foi utilizado a saída D4 (pino 6) e a entrada SLCT OUT (pino 13).

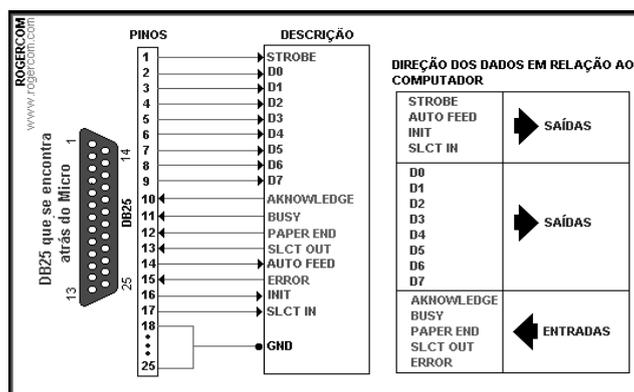
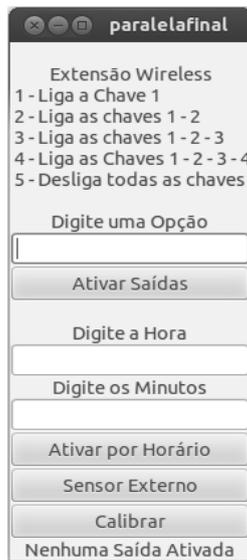


Figura 9. Pinos de entrada e saída da Porta Paralela

### 4.2.4. Front End

Utilizando Linguagem C foi criado um *menu* com as opções de Ativar Saídas, Ativar por Horário e Ativar por Sensor Externo. De acordo com a opção do usuário, o programa irá identificar quantos pulsos deverão ser enviados pela porta paralela.

Na opção ativar saídas, o usuário escolhe as saídas desejadas e o sistema as ativa. No modo ativar por horário o usuário entra com um horário desejado e as saídas que devem ser ativadas, o sistema ficará verificando até encontrar o horário especificado, acionando assim as saídas escolhidas. Por último, em sensor externo, o usuário escolhe quais saídas deverão ser ativadas quando um sinal nível lógico baixo de um sensor externo for identificado. Quando não existir um sinal externo, o sistema desliga todas as saídas. A interface gráfica do sistema foi desenvolvida em linguagem C utilizando a biblioteca GTK [Vivaolinux 2010] como mostra a Figura 10.



**Figura 10. Interface Gráfica do programa para acionamento das cargas**

## 5. Resultados

O módulo *Bluetooth Low Energy* juntamente com o microcontrolador PIC 18F2550 realiza uma comunicação com o aplicativo enviando e recebendo dados para que sejam realizadas funções na opção de acionamento via BLE, como ilustrado na Figura 11.

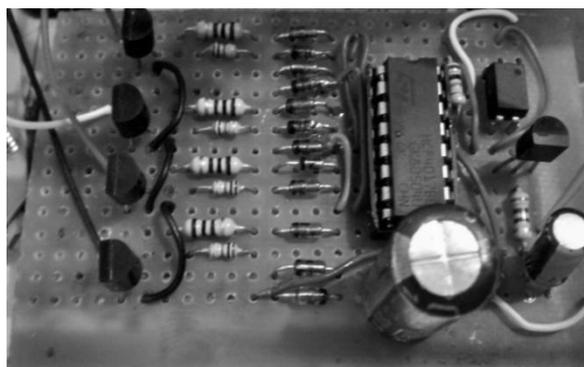


**Figura 11. Placa SanUSB e o Módulo *Bluetooth Low Energy***

### 5.1 Monitoramento Online

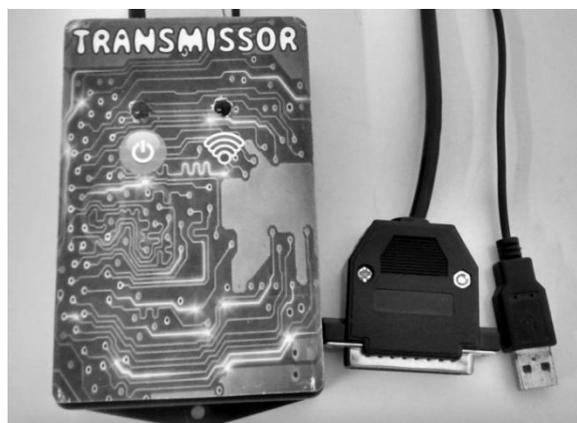
Neste projeto proposto é possível acionar até quatro cargas de forma independente na opção de acionamento via aplicativo. Também é possível postar e visualizar um banco de dados online o status da carga com as opções de “ON” para ativada e “OFF” para desativada.

Na opção de acionamento via rádio frequência, é possível também acionar as chaves desejadas. O circuito construído em placa fenolite é contido na extensão *Wireless*, como mostra a Figura 12.



**Figura 12. Placa do circuito sequenciador**

O transmissor foi construído também em uma caixa plástica juntamente com os conectores DB25 e USB, como é visto na Figura 13.



**Figura 13. Transmissor**

Já a extensão *Wireless* foi construída em uma caixa de estabilizador em desuso e com LEDs sinalizando as saídas ativadas, como mostra a Figura 14.



**Figura 14. Extensão Wireless**

## **6. Considerações finais**

Pôde-se observar que o projeto obteve resultados satisfatórios durante os experimentos, visto que a tecnologia *Bluetooth Low Energy* possui um ótimo desempenho e um baixo custo energético, sua arquitetura simples e seu tamanho reduzido o tornam perfeitos

para uso de sensores. Foram cumpridos os objetivos com relação à comunicação do microcontrolador e *Bluetooth Low Energy* como também com o circuito sequenciado, obtendo assim o resultado esperado.

A possibilidade de acionar equipamentos através da comunicação entre BLE e o microcontrolador, é um fator de grande importância, pois utiliza tecnologias de conexão sem fio. Para isso, foi desenvolvida uma interface gráfica intuitiva e de fácil compreensão.

Como aprendizado é possível entender que tanto a porta paralela como a recente tecnologia BLE podem ser usados para inúmeras aplicações de automação residencial, comercial e industrial.

## Referências

- Braga, C. N. (2014) “Conheça o 4017”, <http://www.newtonbraga.com.br/index.php/como-funciona/645-conheca-o-4017-art062>, Outubro.
- Computer Hope (2014) “PARALLEL PORT”, <http://www.computerhope.com/jargon/p/paraport.htm>, Outubro.
- Araujo, A. S., Vasconcelos, P. (2012) “Bluetooth Low Energy”, [http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos\\_vf\\_2012\\_2/bluetooth/index.htm](http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2012_2/bluetooth/index.htm), Janeiro.
- Fairchild Semiconductor Corporation (1999) “Datasheet 4017”, [http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheets/320/499984\\_DS.pdf](http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheets/320/499984_DS.pdf), Outubro.
- Endo, F. H. (2010) “Introdução ao GTK+ em C”, <http://www.vivaolinux.com.br/artigo/Introducao-a-GTK+-em-C/>, 2010, Outubro.
- Texas Instruments (2015) “2.4-GHz Bluetooth® low energy System-on-Chip”, [http://www.datasheetcatalog.com/datasheets\\_pdf/C/C/2/5/CC2540.shtml/](http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/C/C/2/5/CC2540.shtml/), Janeiro.
- Litepoint Corporation (2012) “Bluetooth Low Energy”, [http://www.litepoint.com/whitepaper/Bluetooth%20Low%20Energy\\_WhitePaper.pdf](http://www.litepoint.com/whitepaper/Bluetooth%20Low%20Energy_WhitePaper.pdf), Janeiro.
- Whittaker, T. (2011) “Bluetooth low energy (BLE) explained”, In: EE Times, <http://www.eetimes.com/design/medical-design/4218371/Bluetooth-low-energy--BLE--explained>, Janeiro.