

Análise de técnicas de economia de energia de estações rádio base baseadas em OpenBTS

Mateus de Oliveira e Mattos, Rafael da Silva Macêdo, Mateus Carpaneze Corrêa e Álvaro Augusto M. de Medeiros

Resumo—Este artigo apresenta uma análise de técnicas de economia de energia para estações rádio base em plataformas de rádio definido por software. Para tanto, utilizou-se a plataforma USRP N210 em conjunto com o software OpenBTS. O objetivo principal do artigo é analisar, de uma forma prática, a economia de energia obtida pelos métodos de *cell zooming* e *sleep mode*.

Palavras-Chave—Green Cellular Networks, Cell Zooming, Sleep Mode, OpenBTS.

Abstract—This article presents an analysis of base station power saving techniques in software defined radio platforms. This analysis is based on the USRP N210 platform and the OpenBTS software. The main objective of the article is to analyze, in a practical way, the energy efficiency of methods cell zooming and sleep mode.

Keywords—Green Cellular Networks, Cell Zooming, Sleep Mode, OpenBTS.

I. INTRODUÇÃO

O crescimento exponencial das redes de comunicação tem gerado um aumento no consumo de energia elétrica. Em 2016, o tráfego de dados móveis aumentou 63% [1], indicando um aumento da quantidade de redes de celulares e seu consumo energético. Estudos recentes [2] apresentam várias técnicas que visam reduzir o consumo energético da estação rádio base (*Base Station* ou BS). Dentre elas, as mais simples de serem implementadas são aquelas que alteram parâmetros de operação da estação rádio base, tais como redução da cobertura (*cell zooming*) ou inserção de intervalos de desligamento do sinal de radiofrequência (*sleep mode*).

Uma tendência das redes celulares é o uso de estações rádio base de baixa cobertura (*small cells*) visando o aumento da capacidade. Em 2016, 63% do tráfego móvel foi escoado via *small cell* ou ponto de acesso WiFi [1]. A *small cell* possibilita o acesso em cenários onde a macrocélula pode sofrer limitações de cobertura ou de capacidade, tais como o ambiente *indoor*.

Este artigo tem o objetivo de analisar duas das técnicas de economia de energia mais utilizadas (*cell zooming* e *sleep mode*) em uma plataforma de rádio definido por software (RDS) operando como uma *small cell*.

II. AMBIENTE DE TESTES

Para implementação da *small cell*, utilizou-se uma plataforma de RDS da Ettus Research, a USRP N210, com a

Mateus de O. e Mattos, Rafael da S. Macêdo, Mateus C. Corrêa e Álvaro A. M. de Medeiros, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora - MG, Brasil. Emails: {mateus.mattos, rafael.macedo2016, mateus.carpaneze, alvaro}@engenharia.ufjf.br. Este trabalho foi parcialmente financiado pelo CNPq e pela PROGRAD/UFJF.

placa filha WBX [3]. Nesta plataforma, foi instalado o software OpenBTS [4] que possibilita que a plataforma de RDS opere como uma estação rádio base GSM (*Global System for Mobile Communications*).

Para uma medição automatizada, foi construído um amperímetro conectado ao computador que consiste basicamente em uma baixa resistência na qual é medida uma queda de tensão para cálculo da corrente. Esta resistência é associada em série à fonte da plataforma para medição da corrente que esta consome e posterior cálculo da potência consumida. Esse valor é aferido por um microcontrolador PIC, que transforma o dado analógico para digital, no qual é possível fazer toda a análise do sinal recebido. O aparelho de medição montado foi calibrado com um amperímetro comum.

III. METODOLOGIA

Dois técnicas de economia de energia em estações rádio base foram avaliadas: *sleep mode* e *cell zooming*.

A. Sleep Mode

A técnica de *sleep mode* consiste em desligar a BS em momentos em que o tráfego é baixo. Uma Controladora de Estações Rádio Base (*Base Station Controller* ou BSC) faz a troca de informações entre as BSs, assim, quando uma BS entra em *sleep mode*, as BSs ao seu redor aumentam a cobertura, ocupando o espaço que esta deixou [2].

A avaliação da técnica do *sleep mode* consiste em variar os períodos de desligamento de forma a verificar se há uma redução proporcional no consumo de energia. Deste modo, foram realizados os seguintes testes:

- 1) BS ligada durante os 30 minutos;
- 2) BS em *sleep mode* durante 15 minutos;
- 3) BS em *sleep mode* a cada 7,5 minutos;
- 4) BS em *sleep mode* a cada 3,75 minutos;
- 5) BS em *sleep mode* a cada 1,875 minutos.

B. Cell Zooming

A técnica de *cell zooming* consiste na redução da área de cobertura da célula. Há várias formas implementá-la. Uma delas é alterar parâmetros de potência da BS, que varia de acordo com o tráfego local da rede. Quando o tráfego na célula aumenta, sua potência também aumenta e quando ele cai, sua potência diminui [2].

Para avaliação da técnica de *cell zooming*, foi alterada a potência de transmissão da BS de forma a verificar a potência total consumida. Assim, iniciou-se os testes com a potência

máxima de transmissão da USRP N210 (20 dBm), a qual foi reduzida de 10 em 10 dB até uma potência 80 dB abaixo da máxima. Cada teste foi realizado durante 30 minutos.

IV. RESULTADOS

A. Sleep Mode

Foram executadas as medidas conforme descrito em III-A. Ao realizar a medida 1, obteve-se a potência consumida pela BS, conforme apresentada na Figura 1.

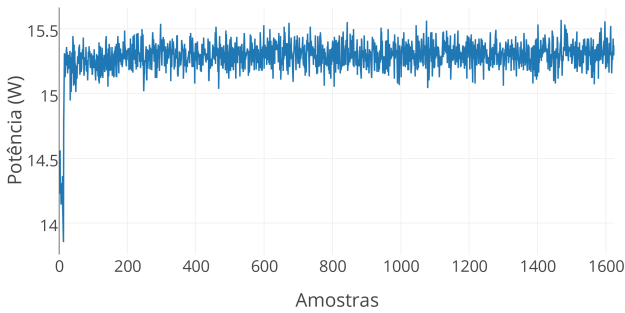


Fig. 1. Potência consumida pela BS ligada durante 30 minutos.

Já para a medida 3, por exemplo, o resultado obtido é o apresentado na Figura 2. Note que há um pequeno consumo de energia, mesmo com a BS em *sleep mode*.

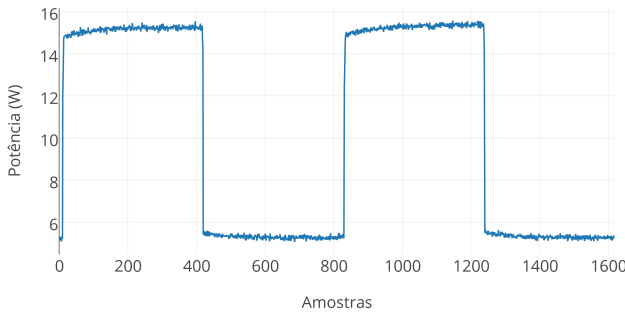


Fig. 2. BS em *sleep mode* a cada 7,5 minutos.

Pode-se calcular a potência total consumida pela BS utilizando

$$P_{consumida} = \frac{1}{T} \int_0^T P(t)dt, \quad (1)$$

em que $P(t)$ é o sinal obtido pelas medições, T o período em que a BS ficou ligada em segundos e $P_{consumida}$ é a potência consumida pela BS em Wh. Os resultados para as diferentes medições descritas na Seção III-A é apresentado na Figura 3. Observa-se que a economia para intervalos de tempo que seguem a mesma razão de tempo ligada e desligada têm, aproximadamente, o mesmo valor. As diferenças encontradas referem-se a pequenas variações obtidas durante as medições.

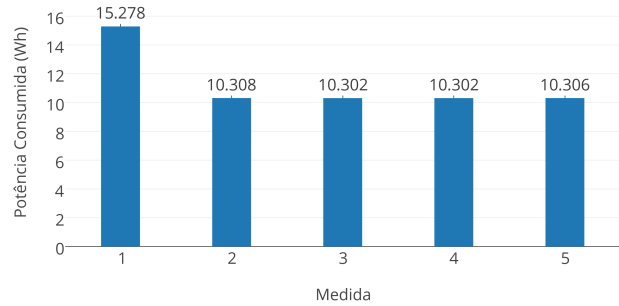


Fig. 3. Consumo em Wh de cada medida de *sleep mode* (Seção III-A).

B. Cell Zooming

Realizaram-se os testes como descrito em III-B e utilizando (1) obteve-se os resultados apresentados na Figura 4. É possível observar uma redução de consumo muito baixa em relação à redução da cobertura.

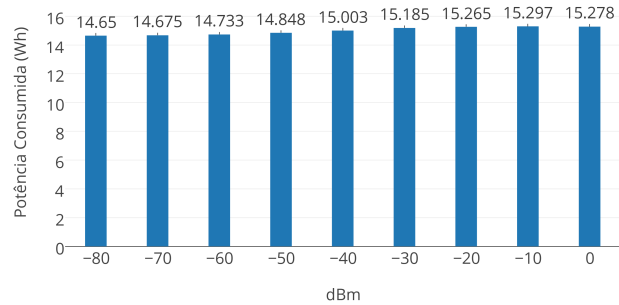


Fig. 4. Consumo em Wh de cada medida de *cell zooming* (Seção III-B).

V. CONCLUSÕES

As redes celulares tem aumentado seu consumo de energia. Algumas técnicas visam reduzir o consumo das estações rádio base, tais como o uso do *sleep mode* e do *cell zooming*. Neste artigo, avaliamos o impacto destas técnicas no consumo de *small cells* implementadas em plataformas de RDS.

Observa-se que a técnica de *sleep mode* apresentou maior economia de energia, mesmo havendo um pequeno consumo no estado de desligamento (*sleep*). Conclui-se também que, independente do quão pequeno é o intervalo para o desligamento da plataforma, o consumo continua o mesmo, não havendo variações de corrente que indicariam maior consumo. Assim, o *sleep mode* pode ser adaptado para cada tipo de tráfego da rede, sendo bastante interessante em aplicações nas quais as transmissões podem ser agendadas, como por exemplo telemedicação ou serviços tolerantes ao atraso. Para a plataforma de RDS utilizada, a técnica de *cell zooming* apresentou baixa eficiência energética, visto que a redução de consumo é pequena com a redução da cobertura.

REFERÊNCIAS

- [1] CISCO. "Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2016-2021". 2017.
- [2] Z. Hasan et al., "Green Cellular Networks: A Survey, Some Research Issues and Challenges." IEEE Comm. Surv. & Tut., v. 13, n. 4, 2011.
- [3] Ettus Research, "https://www.ettus.com/", acessado em abril de 2017.
- [4] D. A. Burgess, H. S. Samra. The Open BTS Project. Fairfield, 2008.