****

**RELATÓRIO PARCIAL**

**SOFTWARE DE RASTREIO DE SATÉLITES PARA UMA ESTAÇÃO SOLO DE TT&C**

Arthur Bezerra Dantas Saraiva (UFRN, Bolsista PIBITI/CNPq)  
E-mail: arthur.saraiva@crn.inpe.br

Dr. José Marcelo Lima Duarte (INPE, Orientador)  
E-mail: jmarcelo@crn.inpe.br

Fevereiro 2017

# Resumo do plano de trabalho proposto

O INPE CRN possui em Natal uma estação de Telemetria, Rastreio e Comando (Telemetry, Tracking and Commanding - TT&C) dedicada ao satélite SACI. Infelizmente, essa estação está sem uso desde da falha no lançamento deste satélite. Recentemente, o INPE vem desenvolvendo uma estação solo que possa atender múltiplas missões utilizando componentes da estação de TT&C do SACI, num esforço para reaproveitar parte de sua estrutura. Nesse contexto, foi proposto como plano um novo software para rastreio de satélites para comandar o sistema de posicionamento da antena da estação de TT&C. Esse software, para PC com sistema operacional Windows, deve receber como entradas a posição geográfica da estação solo e a lista de satélites que se deseja rastrear. De posse desses dados, o software deve baixar automaticamente da internet os dados orbitais dos satélites selecionados, no formato Two-Line Element Set (TLE), e gerar as efemérides, coordenadas para rastreio dos satélites a partir da posição geográfica fornecida. As efemérides devem ser transmitidas via cabo USB para o sistema de posicionamento da antena da estação, a fim de permitir o apontamento. Além disso, o software deve apresentar para o usuário o estado do sistema de posicionamento da antena e a previsão de horário para as próximas passagens de satélite, com dados adicionais como elevação máxima durante a passagem.

# Resumo do que foi realizado

O novo software de controle e rastreio está sendo desenvolvido, uma parte já estando em funcionamento. O programa funciona como um sistema de mestre e escravo, onde o mestre é o PC e o escravo é um Arduino, que faz interface com os subsistemas de potência e de comando da estação. A comunicação entre o Arduino e o PC se dá através de uma porta USB, recebendo os comandos para ligar potência, enviar status da estação ao PC ou posicionar a antena. Para esta comunicação, foi desenvolvido e documentado um protocolo de comunicação serial. O código desenvolvido para o PC foi implementado na linguagem C++, e tem como objetivos carregar até três arquivos de texto com várias passagens, ordená-las cronologicamente e enviar serialmente as posições de referência das respectivas passagens no exato momento em que a antena deve apontar para posição enviada. O arquivo com as passagens utilizado neste programa é gerado no programa System Tool Kit (STK) da empresa AGI. O código desenvolvido para o Arduino realiza a comunicação serial com o PC, interpreta os comandos recebidos e os executa. Para o controle de posição, é utilizado um algoritmo de um controlador Proporcional Integrativo, sendo também possível o controle manual da posição da antena através de um *joystick*. Para o envio do sinal de controle para os drivers dos módulos de potência, está sendo desenvolvida uma placa com um CI conversor digital para analógico que fará comunicação SPI com o arduino. A nova placa deverá ter uma saída de -10V a +10V, utilizando assim toda a escala de tensão possível para o controle dos drivers.

# Detalhamento dos progressos e mudanças necessárias

Algumas mudanças foram realizadas em relação ao plano de trabalho. Depois de algumas discussões, viu-se que não havia necessidade de desenvolver um programa que calcule as efemérides, devido a disponibilidade de diversos programas comerciais que realizam essa tarefa. Um deles é o STK, um software que o INPE já possui, que permite customizar um arquivo com várias passagens, incluindo informações adicionais como distância entre satélite e estação. Por isso, com o objetivo de simplificar a implementação, a ideia de calcular as efemérides foi substituída pela de gerar um arquivo texto com esses dados utilizando o STK e codificar um método para carregar os dados do arquivo texto gerado.

O programa desenvolvido vem sendo testado e tem funcionado como esperado. Já foram realizados alguns rastreios. O algoritmo do PC utiliza uma biblioteca desenvolvida para criar objetos passagens e armazenar em cada um todas as informações delas, para quando chegar a hora inicial de cada uma, as informações serem recuperadas e tratadas como desejado. Além disso, está sendo utilizada outra biblioteca, para realizar a comunicação serial entre o arduino e o PC. O PC envia para o arduino os comandos SET, STATE, POWER. Além disso, existem três tipos de respostas: ACKNOWLEDGED e NOT ACKNOWLEDGED e a resposta ao comando STATE. O comando SET envia para o arduino uma string com as referências de azimute e elevação, codificadas em 16 bits cada um, além de um código de verificação de erros, o checksum. O comando STATE envia um byte específico ao arduino e o PC espera a resposta, que deve conter o azimute e elevação da antena, codificado em 16 bits, um byte codificado com o status dos relés da antena, e o checksum. O comando POWER envia um byte ao arduino, que faz com que ele ligue a potência do sistema, ou caso já esteja ligada, que ele a desligue.

Um dos drivers (equipamento que recebe o sinal de controle e baseado nele controla os motores) está com problema, e frequentemente durante o rastreio para de funcionar, exibindo uma mensagem de erro no display dele. Por isso, estamos aguardando novos drivers solicitados ao INPE chegar. Além disso, o sinal de controle para os drivers estava sendo feito através das saídas PWM do arduino e um circuito externo com AmpOps e filtros, que permitiam a saída de tensão de -2.5V a 2.5V, não utilizando toda a escala de tensão possível para controle dos drivers (-10V a +10V). Para isso, está sendo desenvolvida uma placa de circuito impresso (PCB), que conterá um CI para conversão de digital para analógico, a qual no final terá um circuito bem mais simples, ocupará menos espaço, e permitirá a utilização de toda a escala de tensão de controle para os drivers.

# Conclusões

O progresso das atividades está de acordo com a proposta do trabalho. Apesar de ainda não estar em um formato final, já possuímos um software que realiza as funções básicas que foram propostas, de carregar as passagens desejadas e realizar rastreio. Com isso, podemos dizer que estamos no período de testes de avaliação do software que foi implementado até agora. A medida que ele for sendo utilizado poderemos verificar se existe algum erro de funcionamento ou possíveis funcionalidades a mais para serem incorporadas.

Uma possível atualização é a adaptação do software de controle sem interface gráfica para um com interface gráfica, que é mais amigável ao usuário que venha a utilizar o programa.