



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

FELIPE CAMPOS LINS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Campina Grande, Paraíba
Fevereiro de 2017

FELIPE CAMPOS LINS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estágio Integrado submetido à
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande como
parte dos requisitos necessários para a obtenção
do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da
Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrônica

Orientador:

Professor Marcos Ricardo Alcantara Morais, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Fevereiro de 2017

FELIPE CAMPOS LINS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Relatório de Estágio Integrado submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Eletrônica

Aprovado em / /

Professor Avaliador

Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Marcos Ricardo Alcantara Morais, Dr. Sc.

Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à minha família, que é e sempre será minha inspiração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as bênçãos que tem proporcionado em minha vida.

À minha família, por estar sempre ao meu lado e me apoiar nos momentos de maiores dificuldades

Ao professor Marcos Morais, pelo tempo disponibilizado e pela orientação durante o trabalho.

Aos meus amigos e colegas de curso, que me ajudaram durante todos esses anos de universidade

À empresa Tomus Soluções, pela oportunidade e ambiente acolhedor, em especial aos engenheiros George Fonseca e Leonardo Bueno, por todo o aprendizado transmitido.

Aos meus amigos de infância, que me ajudaram a relaxar em momentos de estresse.

Finalmente, agradeço ao coordenador, aos professores e funcionários do curso de graduação de Engenharia Elétrica, os quais contribuíram com minha formação profissional.

“Um trabalho te dá um propósito e um significado. A vida é vazia sem ambos”

(Stephen Hawking)

RESUMO

Este relatório é o resultado de um Estágio Integrado realizado na Empresa Tomus Soluções em Eletrônica e Telecomunicação LTDA através de um convênio firmado com a Universidade Federal de Campina Grande. Teve como objetivo o desenvolvimento de software embarcado para os produtos da empresa, voltados para a área de Internet das Coisas (IoT) e telemetria, levando em consideração a estrutura de desenvolvimento e a arquitetura de software da empresa.

Palavras-chave: Software embarcado, IoT, Internet das Coisas

ABSTRACT

This report is the result of an Internship at Tomus Soluções em Eletrônica e Telecomunicação LTDA. through an agreement with the Federal University of Campina Grande. The main objective was the development of embedded software for the company products, focused on the internet of things (IoT) and telemetry, taking in consideration the development structure and software architecture of the company.

Keywords: Embedded Software, IoT, Internet of Things.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: V-Model incluindo etapas de planejamento da verificação e validação (Scippacercola, F., Pietrantuono, R., Russo, S., & Zentai, A., 2015).....	16
Figura 2: Ciclo de desenvolvimento com TDD (Gomes, 2016)	19

SUMÁRIO

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract.....	viii
Lista de Ilustrações	ix
Sumário	x
1 Introdução.....	11
2 Apresentação da Empresa	12
3 Atividades Desenvolvidas	14
3.1 Elaboração e revisão de documentos e manuais	15
3.2 Desenvolvimento e revisão de módulos de firmware	17
3.2.1 Arquitetura de firmware	17
3.2.2 Desenvolvimento dirigido por testes (TDD)	18
3.2.3 Módulos desenvolvidos e revisados	20
3.3 Integração e manutenção de código	21
4 Considerações Finais	22
Bibliografia.....	23

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho relata a realização do Estágio Integrado Curricular como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica na Universidade Federal de Campina Grande, para o aluno Felipe Campos Lins. O estágio se deu na empresa Tomus Soluções em Eletrônica e Telecomunicação LTDA entre os dias 18 de Julho de 2016 e 11 de Novembro de 2016, totalizando 660h, através de um convênio firmado com a Universidade Federal de Campina Grande.

A Tomus é uma empresa do ramo de desenvolvimento de soluções em telemetria e monitoramento em tempo-real. A empresa vem atuando principalmente desenvolvendo soluções na área de saneamento básico, no entanto, possui projeto em diversas áreas.

O estágio teve como foco o desenvolvimento e a revisão de software embarcado de acordo com a arquitetura e estrutura de desenvolvimento da empresa. Como parte do trabalho, também, foram elaborados e revisados diversos documentos como parte da metodologia de desenvolvimento implementada pela empresa, levando em consideração o levantamento de requisitos, escolha e justificativa de componentes, manuais de teste e de comando, levantamento de casos de uso, modelagem de interações, entre outros. Além disso, foi realizado o trabalho de integração e manutenção de código em um dos projetos desenvolvidos durante o período de estágio.

2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A Tomus Soluções em Eletrônica e Telecomunicações LTDA desenvolve e integra soluções em microeletrônica, automação, software e telemetria. O objetivo da empresa é sempre encontrar soluções simples e inovadoras.

O mercado no qual a empresa centraliza os esforços atualmente é o B2B (Business to Business) estabelecendo contratos de venda de produtos eletrônicos e também de serviços associados a esses produtos.

Convergingo conhecimento e tecnologia de automação em gestão de perdas, eficiência energética e telemetria a Tomus contribui no gerenciamento dos sistemas de saneamento em operadores dos setores públicos e privados. Suas soluções são encontradas desde a captação até a distribuição de água. Possui experiência em estações de esgoto e monitoramento de distribuição hídrica.

A Tomus desenvolveu soluções que apoiam as empresas de saneamento na busca por se atingir as suas metas de redução de perdas. Compostas de hardware, software e serviços, as soluções desenvolvidas permitem atuar em duas frentes. A primeira voltada para o controle de pressão, com o objetivo de atuar diretamente nas válvulas que gerenciam as manobras e a pressão na rede de distribuição, a Tomus desenvolveu a família DLC 15000 que permitem o monitoramento online e a atuação remota das válvulas borboleta e auto operadas. A segunda é voltada para o Gerenciamento de Infra-estrutura, por meio de uma equipe altamente especializada a Tomus realiza análise e diagnóstico de campo, promovendo suporte sempre que necessário, e garantindo maior disponibilidade do sistema.

A Tomus desenvolve e implementa projetos de automação de acordo com a criticidade de cada projeto. Por meio de hardwares e softwares customizáveis, de equipe de engenheiros altamente capacitado e parcerias com líderes mundiais na área de automação, a Tomus garante, com agilidade e precisão, as melhores soluções de automação para o mercado de saneamento, possuindo como meta o retorno de investimento dos clientes.

Levando em consideração que despesas com energia elétrica, geralmente, é o segundo item de despesa das prestadoras de água e esgoto. Representando uma média de 20% da despesa total dessas empresas. Deve-se fazer um grande esforço para monitorar,

controlar e aprimorar a eficiência na utilização de energia elétrica. Neste sentido, a Tomus se especializou em realizar diagnósticos de eficiência energética. Elaborando e executando projetos de eficiência energética, englobando medições e relatórios de diagnósticos, melhoria no rendimento do conjunto motor-bomba, utilização do inversor de frequência, entre outros.

A Tomus acredita que qualquer programa de redução de perda, automação e eficiência energética só alcança a excelência por meio de uma gestão permanente e eficaz. Portanto, a empresa fornece serviços de telemetria e telecomando permitindo a medição e ação remota em todos os pontos da estrutura, mesmo estando em pontos remotos ou inacessíveis.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O estágio foi realizado na equipe de Desenvolvimento de Firmware pertencente à sessão de Desenvolvimento de Produtos da empresa. Esta equipe tem como objetivo realizar a programação dos dispositivos embarcados, de acordo com os requisitos definidos para os produtos. A equipe possui como responsabilidade, além do desenvolvimento, realizar a documentação de código fonte, documentação do funcionamento do projeto de firmware, bem como toda a modelagem realizada, realizar testes de validação e correção de possíveis falhas no código.

O trabalho é realizado em parceria com a equipe de Desenvolvimento de Hardware. A cooperação do trabalho entre as equipes ocorre por meio de discussões envolvendo a escolha dos componentes eletrônicos que estarão presentes no produto, informação do modo de funcionamento de módulos de hardwares, incluindo suas possíveis configurações, e ajuda com o desenvolvimento de ferramentas de prototipagem e de testes. Além disso, ambas as equipes interagem na elaboração dos documentos e manuais dos produtos.

As duas equipes formam o Setor de Desenvolvimento e são lideradas pelo Eng. Eletrônico George Fonseca. Reuniões, baseadas na metodologia de scrum, são realizadas a cada duas semanas para discutir os trabalhos realizados, as dificuldades encontradas, avaliação de demandas prioritárias, definição de testes e do cronograma de trabalho para cada membro da equipe. No entanto, discussões sobre modelagem, acompanhamento das atividades e decisões de projeto são feitas diariamente, sempre tentando mantê-las o mais objetivas e breves possíveis.

As atividades realizadas durante o período de estágio podem ser divididas nos seguintes tipos:

- Elaboração e revisão de documentos e manuais
- Desenvolvimento e revisão de módulos de firmware
- Integração e manutenção de código

Durante o período de estágio foi possível participar de três projetos distintos. O primeiro relacionado a um módulo de telemetria, que estava em fase bem avançada. O segundo projeto está relacionado a um produto voltado ao controle de recursos hídricos, o qual foi possível acompanhar toda a fase de desenvolvimento, e apresenta-se atualmente

em fase de validação. E por último, o desenvolvimento de uma interface ModBus, do qual foi possível participar da fase inicial de planejamento.

3.1 ELABORAÇÃO E REVISÃO DE DOCUMENTOS E MANUAIS

A Tomus possui um procedimento passo-a-passo para concepção de novos produtos, de forma que tendo posse dos requisitos de um novo sistema, há um caminho definido a seguir até chegar à fase de implementação.

É, portanto, de grande importância para a empresa que seja realizado a documentação do funcionamento dos produtos. Esta documentação deve descrever tanto as características funcionais perceptíveis pelo usuário final, quanto as características internas, perceptíveis apenas pelos desenvolvedores. Estes documentos podem ser utilizados para que novos membros da equipe de desenvolvimento possam aprender, e entender, de forma autônoma o funcionamento dos sistemas, permitindo assim mitigar o tempo de aprendizado e implementação de novas funcionalidade.

Desta forma, a empresa se utiliza de uma metodologia de desenvolvimento baseada no V-Model, que é um tipo de diagrama utilizado para desenvolvimento de sistemas visando guiar as atividades que serão realizadas na fase de desenvolvimento, diminuindo a complexidade de execução.

Na Figura 1, é apresentada uma representação clássica de um diagrama V-Model. O diagrama pode ser dividido em dois agrupamentos distintos, de acordo com o objetivo das atividades, o primeiro, representado no lado esquerdo do diagrama, possui atividades relacionadas ao desenvolvimento em si, enquanto que no outro grupo, representados no lado direito do diagrama, estão as atividades relacionadas à verificação e validação do sistema.

As atividades de verificação podem ser identificadas como um conjunto objetivo de testes que confirma a qualidade do produto como um todo, ou seja, verifica se os requisitos de hardware e software foram satisfeitos de acordo com as métricas propostas. A validação tem como objetivo demonstrar que o produto realiza sua intenção original.

Considerando as atividades relacionadas ao desenvolvimento, é primeiro definido o ambiente do sistema e seus requisitos (funcionais e não-funcionais). A fase de especificação deve definir como o sistema irá alcançar seus requisitos. A fase Projeto de

Arquitetura define uma visão de alto nível sobre o hardware e software do sistema. A fase de Projeto Detalhado descreve em detalhes cada componente de hardware, como eles se interconectam, segurança e robustez dos componentes. Além disso, a Arquitetura de Software deve ser detalhada com foco em como cada módulo interage com os outros módulos e o ambiente. Na fase de Implementação, como o nome bem descreve, é realizado todo desenvolvimento de código e hardware planejado.

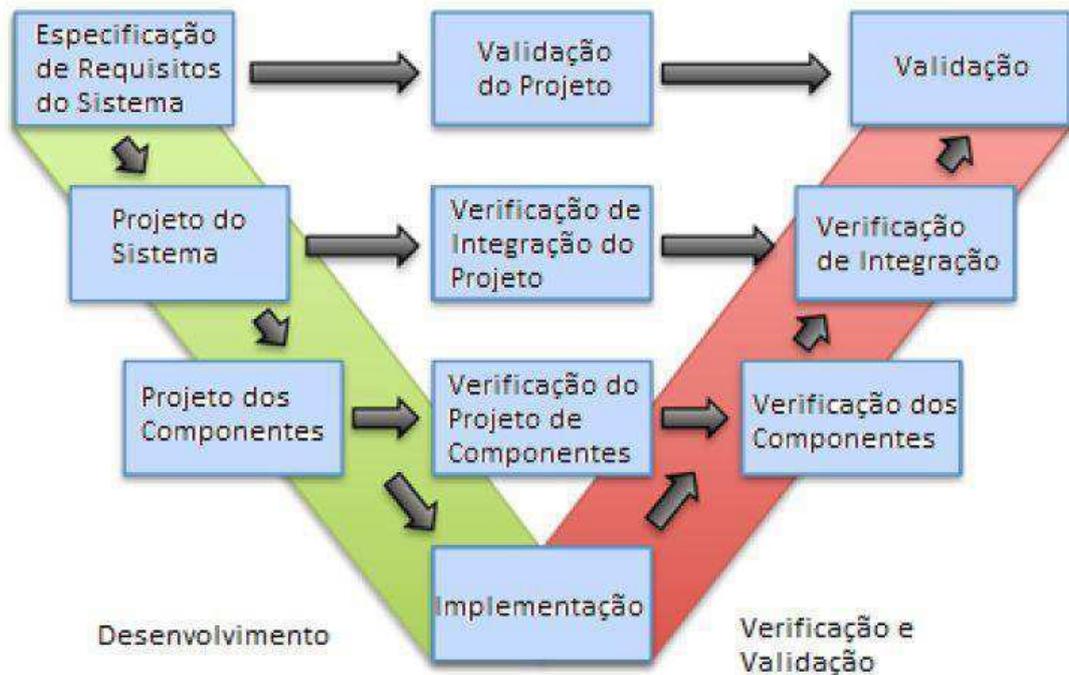


FIGURA 1: V-MODEL INCLUINDO ETAPAS DE PLANEJAMENTO DA VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO (SCIPPACERCOLA, F., PIETRANTUONO, R., RUSSO, S., & ZENTAI, A., 2015)

Atividades V&V (Verificação e Validação) são realizados do lado direito do V-Model. Testes unitários podem verificar se a implementação de pequenos módulos está correta, testando entradas e saídas. Na atividade de Validação de integração é feita a verificação da comunicação e interação entre os módulos. Durante a Validação do sistema a verificação irá mostrar se o sistema está funcionando devidamente de acordo com os aspectos que foram definidos.

Para facilitar o processo de Validação e Testes é importante ter documentos explicando os resultados esperados e os passos necessários para obter tais resultados.

Embora a metodologia já estivesse implementada, durante o início do estágio, pouco tempo havia se passado e alguns documentos não estavam 100% finalizados. Portanto, foi necessário realizar a revisão de alguns documentos do produto mais novo que estava em desenvolvimento. No entanto, tal revisão permitiu um ganho de

familiaridade com o projeto de forma relativamente rápida, dada a complexidade do projeto.

Devido ao desenvolvimento do produto de telemetria já estar em fase avançada a documentação do desenvolvimento foi restrita apenas à fase de implementação e ao projeto de alguns componentes. Para a fase de V&V, uma série de documentos de testes e validação foram implementados, bem como o manual de comando implementados para a interface de comandos do produto.

Para o projeto de controle de recursos hídricos, foi possível acompanhar toda a fase de implementação, portanto, participando no desenvolvimento de uma série de documentos de planejamento, modelagem, levantamento de requisito e justificativas de escolha de projeto, que posteriormente foram revisados e atualizados continuamente durante o processo de implementação. Tal projeto ainda não passou, até presente momento, pela fase de V&V, no entanto alguns manuais de teste de placa e comandos foram escritos.

Para o projeto de interface ModBus, devido ao envolvimento apenas na fase inicial, apenas alguns documentos foram desenvolvidos, principalmente aqueles relacionados a levantamento de requisitos e escolha de módulos do projeto.

3.2 DESENVOLVIMENTO E REVISÃO DE MÓDULOS DE FIRMWARE

3.2.1 Arquitetura de firmware

A arquitetura de firmware da empresa foi inspirada na arquitetura desenvolvida para as especificações AUTOSAR (Automotive Open System Architecture), mantendo alguns conceitos fundamentais. As especificações AUTOSAR foram desenvolvidas por diversas empresas do setor automotivo, em parceria, visando garantir uma maior modularidade, escalabilidade, transmissibilidade e reusabilidade (AUTOSAR, 2016), permitindo uma melhor comunicação entre os diversos hardwares desenvolvidos.

A modularidade permite ao desenvolvedor escrever códigos que estejam exatamente de acordo com as especificidades do projeto, ou tarefa específica, no entanto,

mantendo interfaces pré-definidas, permitindo assim que diferentes equipes trabalhem de forma autônoma em diferentes módulos.

A escalabilidade permite que a quantidade de instâncias de um módulo possa ser facilmente modificada, permitindo assim uma expansão simples e de pouco impacto ao código, além de permitir uma melhor portabilidade para diferentes processadores.

A transmissibilidade permite que o uso de recursos disponível seja otimizado, enquanto que a reusabilidade promove uma maior segurança ao permitir utilizar códigos mais confiáveis e que foram testados de forma extenuante.

3.2.2 Desenvolvimento dirigido por testes (TDD)

Para melhorar a confiabilidade dos módulos desenvolvidos foi utilizado uma estratégia de desenvolvimento TDD (Test Driven Development).

O desenvolvimento dirigido por testes (TDD) consiste em escrever testes unitários para o código que está sendo implementado antes de qualquer linha de código da aplicação. Portanto, é uma técnica de desenvolvimento incremental que força o desenvolvedor a executar pequenos passos em direção ao que foi especificado para o módulo.

O fluxo básico para o desenvolvimento consiste em escrever um teste unitário que irá falhar, desenvolver o código para passar no teste, repetir com testes que incrementem a funcionalidade, sem falhar os testes anteriores. Os passos principais para este desenvolvimento são citados abaixo, também representado na Figura 2:

1. Adicionar um pequeno teste;
2. Realizar todos os testes e ver o novo teste falhar;
3. Modificar o código de forma a passar nos testes;
4. Repetir 3 vezes até todos os testes passarem;
5. Reestruturar para remover código duplicado e melhorar entendimento;

Para que esse fluxo seja eficiente, é necessário que os testes sejam automáticos e que representem uma funcionalidade nova, ou comportamento desejado. Quando os testes são manuais torna-se desgastante a repetição dos testes para qualquer mudança no código, o que pode ocorrer com relativa frequência, fazendo com que apenas testes considerados essenciais sejam refeitos, evitando verificar se a mudança realizada afetou funcionalidades que estavam corretas.

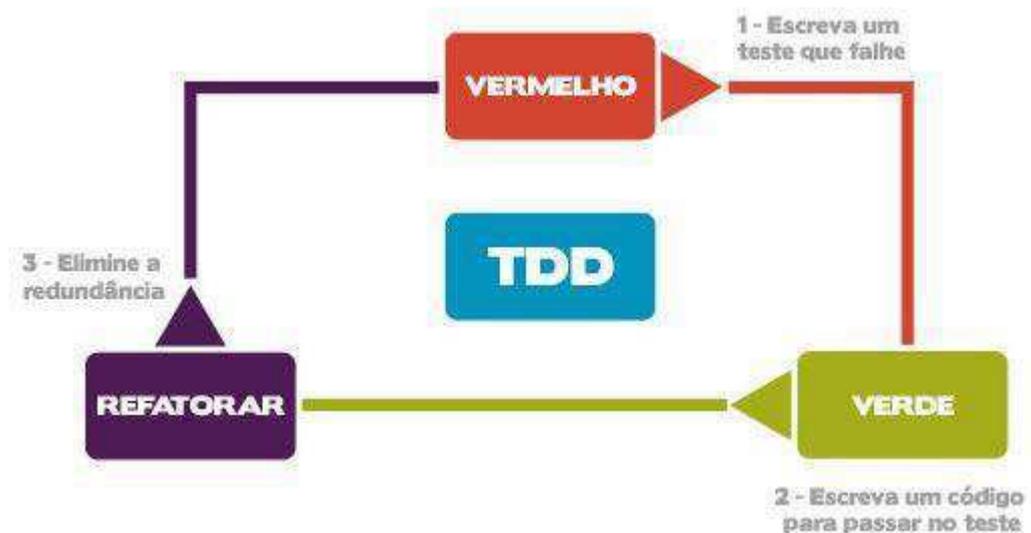


FIGURA 2: CICLO DE DESENVOLVIMENTO COM TDD (GOMES, 2016)

Quando aplicado corretamente o TDD permite que o desenvolvedor lide com um problema por vez e encontre erros com mais facilidade. Em técnicas tradicionais de desenvolvimento o código é completamente escrito, para depois ser testado, tornando complicado identificar quais partes possuem erro e qual a causa do erro para ser possível corrigi-lo.

Deve-se ter em mente que erros no sistema trazem prejuízos para o usuário final e para a empresa que o desenvolveu, pois ela irá perder a credibilidade com os clientes. Além do mais, o custo para correção de erros ocorre de forma crescente, se encontrado na fase de especificação terá um custo médio X , caso seja encontrado no desenvolvimento custará um valor em média igual a $35X$ e se encontrado após a implantação da aplicação, esse valor sobe para em média $70X$ (REZENDE, 2011). Pode-se observar que há uma discrepância gigante entre os valores e é extremamente importante para a empresa identificar o erro antes da implantação da aplicação.

Quando os testes são implementados antes e realizados para cada pequena mudança do código o escopo de procura do erro se reduz para esta mudança, tornando a procura pela causa do erro mais rápida, evitando a propagação do mesmo.

3.2.3 Módulos desenvolvidos e revisados

É possível citar alguns módulos que foram desenvolvidos e revisados durante o período de estágio.

Para o produto de telemetria foi desenvolvido um módulo que permitia uma interface de comandos atômicos entre o equipamento e o computador, tal interface pode ser utilizada para a realização de testes, configuração e verificação de variáveis durante execução.

Além disso, foi revisado um módulo de gerenciamento das mensagens de telemetria na memória não-volátil do equipamento, de forma a não perder informações devido uma má conectividade com a rede. Devido a arquitetura modular e flexível este módulo estava sendo portado de outro projeto, onde vinha apresentando problemas recorrentes. O módulo não estava conseguindo encontrar as mensagens de forma satisfatória e muitas mensagens eram perdidas, apesar de estarem salvas, ou apagadas de forma errônea.

Trata-se de um módulo cuja responsabilidade é central para o monitoramento correto dos equipamentos, uma vez que ao perder as mensagens todos os dados coletados também se perdem, não sendo possível levantar o histórico corretamente. Após revisão, os problemas foram corrigidos, inclusive para o produto original em que o módulo foi concebido, e não há relatos, até presente data, de qualquer comportamento defeituoso.

Finalmente, para este projeto, foi desenvolvido um módulo de controle de Cartão SD, baseado em uma biblioteca de gerenciamento de arquivos FAT32, de modo a permitir um armazenamento de informações pertinente à execução do equipamento. Este módulo foi portado para produtos mais antigos e pode ser utilizado para verificar o motivo de possíveis comportamentos indesejados.

Para o projeto de controle de recursos hídricos foi desenvolvido o módulo de controle central de funcionamento do equipamento, tal módulo possui controle de quando deve haver o fluxo de água e por quanto tempo, de acordo com parâmetros configurados e os requisitos levantados.

Para esse mesmo projeto, também foi desenvolvido um módulo de interface de comandos atômicos entre o equipamento e o computador, tal interface pode ser utilizada para a realização de testes, configuração e verificação de variáveis durante execução.

Outro trabalho realizado foi a revisão do módulo de atualização de firmware, no intuito de adicionar novas funcionalidades e otimizar o código existente. Após revisão

pode ser observado uma redução significativa de tamanho de código, mesmo com uma nova funcionalidade de compactação adicionada.

3.3 INTEGRAÇÃO E MANUTENÇÃO DE CÓDIGO

Para o projeto de controle de recursos hídricos foi realizado o trabalho de integração e manutenção de código.

O integrador é designado para criar e configurar o ambiente de desenvolvimento do novo projeto de acordo com a plataforma de desenvolvimento escolhida e seguindo a estrutura de código implementado pela Tomus. Além disso, deve configurar o framework de testes unitários, no caso o CppUTest, para que outros desenvolvedores possam utilizar sem muitas dificuldades.

Também é incumbido ao integrador a tarefa de portar módulos de outros projetos, de acordo com a necessidade do projeto em questão, garantindo que os módulos estejam compatíveis com o processador alvo do novo projeto, e realizando as devidas configurações de todos os módulos que estão sendo incorporados ao projeto.

Finalmente, é de responsabilidade do integrador garantir que novos módulos desenvolvidos possam ser incorporados ao projeto, realizando, se necessário, adaptações e as devidas configurações.

O membro de equipe designado como mantenedor do código é mantido de sobre aviso durante a fase de V&V, do processo de desenvolvimento implementado na empresa, para corrigir qualquer possível inconsistência ou defeito encontrado.

Também, caso algum módulo utilizado seja atualizado e otimizado em projetos futuros, cabe ao membro selecionado portar as melhorias implementadas, quando cabível, ao projeto que este foi designado, sempre garantindo o pleno funcionamento do equipamento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio integrado foi de suma importância para o desenvolvimento profissional, pois, além de tornar o aluno apto a adquirir o título de engenheiro eletrícista, agrega conhecimentos importantes para formação profissional, tais como conhecimentos em análise e execução de projetos; avaliação de requisitos; formulação de soluções robustas; elaboração e análise de documentação; elaboração de testes de desempenho, qualidade e sanidade; análise de resultados, visões diferenciadas de desenvolvimento; etc. Algumas destas atividades são de difícil implementação didática na universidade. Além disso, o convívio com profissionais atuantes no ramo e com vasta experiência, proporciona uma contribuição de grande valia para formação pessoal e profissional do aluno.

É notável, no entanto, que algumas disciplinas do curso de graduação foram de suma importância para o acompanhamento e entendimento de todas as atividades realizadas durante o período de estágio. Podendo citar como exemplo as disciplinas de Arquiteturas de Sistemas Digitais e Arquiteturas Avançadas para Computação, permitiram um base para o entendimento de todas a arquitetura desenvolvida pela empresa bem como a programação dos mais diversos periféricos, a disciplina de Informática Industrial auxiliou no entendimento do processo de desenvolvimento e na formulação de documentos, enquanto que a disciplina de Sistemas em Tempo Real forneceu a base necessária para a programação de sistemas embarcados de tempo real.

Bibliografia

AUTOSAR. (20 de Novembro de 2016). Fonte: Technical overview: AUTOSAR:
<http://www.autosar.org/about/technical-overview/>

Gomes, F. (10 de Outubro de 2016). *TDD: fundamentos do desenvolvimento orientado a testes*. Fonte:
<http://www.devmedia.com.br/tdd-fundamentos-do-desenvolvimento-orientado-a-testes/28151>

REZENDE, B. A. (2011). *Utilização de TDD em Projetos de Software: Estudo de Caso Acadêmico*. Belo Horizonte.

Scippacercola, F., Pietrantuono, R., Russo, S., & Zentai, A. (2015). Model-Driven Engineering of a Railway Interlocking System. *3rd IEEE International Conference on Embedded Systems*. Angers.

Tomus. (3 de Dezembro de 2016). *Tomus - Seu mundo em suas mãos*. Fonte:
<http://www.tomus.com.br/tomus/>