

Laboratório Remoto de Redes de Computadores

Alexander M. Diaczenko¹, Vitor S. Brixius¹, Leandro J. Cassol¹, Luís C. M. Caruso¹, Taciano A. Rodolfo¹, Vandersilvio da Silva¹

¹Curso Superior de Tecnologia em Redes de Computadores
Faculdade de Tecnologia SENAI Porto Alegre
Assis Brasil, 8450 – 91.140-000 – Porto Alegre – RS – Brasil

diaczenko@gmail.com, vitorbrixius@hotmail.com,
leandro.cassol@senairs.org.br, luis.caruso@senairs.org.br,
taciano.rodolfo@senairs.org.br, vandersilvio.silva@senairs.org.br

Abstract. *The Remote Laboratory of the Faculty of Technology SENAI Porto Alegre was developed to allow rapid prototyping of computer networks at distance. This project is being performed and installed on the dependencies of this faculty. Hardware and software are under test and soon it is expected that both are fully validated and integrated.*

Resumo. *O Laboratório Remoto da Faculdade de Tecnologia SENAI Porto Alegre foi desenvolvido para permitir a prototipação rápida de redes de computadores à distância. Este projeto está sendo realizado e instalado nas dependências desta faculdade. Hardware e software estão sob teste e para breve espera-se que ambos estejam completamente validados e integrados.*

1. Introdução

A Faculdade de Tecnologia SENAI Porto Alegre oferece formação tecnológica onde a experiência profissional projetada para o egresso é antecipada para o ambiente acadêmico e aplicada como metodologia de ensino durante toda extensão do aprendizado. Além disso, desde sua criação esta Instituição faz parte da academia Cisco, oferecendo aos seus alunos dos cursos superiores de Telecomunicações e de Redes de Computadores o curso preparatório para a certificação CCNA¹.

Os laboratórios de redes de computadores da Faculdade são compartilhados entre os cursos técnicos, tecnológicos e de pós-graduação. Há, portanto, grande demanda por conexões e desconexões físicas de cabos que interligam os equipamentos. Tais conexões e desconexões são feitas constantemente, o que gera uma necessidade extra por revisões e manutenções periódicas.

O projeto do laboratório remoto é a proposta de um laboratório de redes de computadores automatizado. Comandado por uma solução que combina hardware e software, as conexões e desconexões entre as interfaces são efetuadas sem a intervenção humana. A vantagem é que o ambiente pode ser acessado pela Web, de qualquer local e hora. Outra grande vantagem é que a experiência é muito próxima da experiência real, com os problemas e limitações encontrados nos cenários reais.

¹ Cisco Certified Network Academy – certificação Cisco para profissionais de redes de computadores.

2. Arquitetura

No topo da abstração deste projeto temos vários usuários em diferentes locais interagindo via *browser* com *data centers* virtuais. Todo o equipamento real, que possibilita as interações, está concentrado em dois ou três bastidores em uma sala com acesso à Internet. A peça chave é um servidor que fornece a cada usuário ferramentas para projetar a rede e traduz as ações do usuário em conexões físicas reais.

Nos bastidores do ambiente real são instalados PCs rodando Linux, equipamentos Cisco como *switches*, roteadores com módulos seriais V.35, *access points* Wi-Fi, *firewalls* ASA. Para a automação deste ambiente são necessários equipamentos matrizes de conexões Ethernet, serial V.35 e console. Para a matriz Ethernet a solução é imediata, já que esta é a função de uma *switch*. Já para as conexões seriais esta matriz não existe, então optou-se por construir duas matrizes *crossconnect*, fazendo uso de FPGAs, com a capacidade de oferecer 10 enlaces V.35 e interligar 60 portas console. A este equipamento denominou-se comutador serial (CS).

Os equipamentos que realizarão as funções e conexões desejadas são “visíveis” aos usuários, ao passo que os equipamentos destinados à estrutura e operação do sistema são “invisíveis”. Para as conexões Ethernet um *switch* gerenciável invisível (SGI) é alocado. Cada conexão Ethernet no ambiente virtual ocupa duas portas neste *switch* e dois cabos, que vão até os equipamentos de serviço que o usuário conectou virtualmente. As conexões estruturais Ethernet utilizam um *switch* não-gerenciável invisível (SNGI).

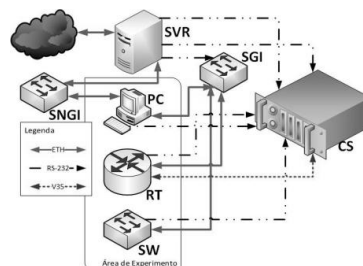


Figura 1. Diagrama simplificado do Laboratório Remoto de Redes

Na Figura 1 é apresentado um diagrama simplificado do Laboratório Remoto, exemplificando os equipamentos e as conexões. O retângulo interno delimita a área visível ao usuário. Aqui o usuário não percebe o PC, mas somente as máquinas virtuais hospedadas neste. As conexões Ethernet de serviço vão do retângulo demarcado ao SGI, onde ocorrem as conexões do usuário. As conexões estruturais vão até o SNGI.

As conexões V.35 são destinadas apenas ao serviço, sendo utilizadas duas portas V.35, uma ECD e uma ETD, no Comutador Serial, além de dois cabos compatíveis do CS até os roteadores, para realizar os enlaces desenhados virtualmente pelo usuário.

Das conexões de console, três são para a parte “invisível” e as demais para a “visível”. As consoles “invisíveis” partem do servidor, uma para a porta console do switch gerenciável invisível, outra para a console do comutador serial e a terceira para um das portas da matriz de comutação consoles do próprio comutador serial.

3. Funcionamento

O programa de controle ou Sistema do Laboratório Remoto (SLR) foi desenvolvido em PHP e oferece acesso a um administrador e a vários alunos. O administrador tem funções de cadastrar alunos e equipamentos de serviço ao *pool* de serviço. Ao aluno são oferecidas as funções de alocação de horários para seus experimentos e a alocação de equipamentos disponíveis no *pool* de serviço nos horários desejados. Um Ambiente Virtual contendo os cursos e material didático, com sugestões de topologias, é também acessível a partir do SLR.

O aluno deve marcar dia e hora, tempo necessário para seus experimentos e reservar equipamentos conforme a disponibilidade. No dia e hora marcados os equipamentos aguardarão pelo acesso do aluno. Através do *browser*, por meio de uma interface que lembra o Cisco Packet Tracer [Cisco 2015], o aluno irá posicionar no cenário os equipamentos reservados e montar a topologia desejada. Depois de pronta a topologia, o aluno irá conectar a console de um de seus PCs à console do equipamento que deseja configurar. Com cliques na imagem do PC o aluno abre um terminal, que o conecta ao equipamento alvo e por onde pode então configurá-lo. Depois de configurados todos os equipamentos, a topologia estará pronta para uso. As conexões e configurações podem ser refeitas conforme a necessidade. Após o SLR ocupa-se de limpar as configurações de todos os equipamentos.

4. Comutador serial

O comutador serial foi implementado fazendo uso de FPGAs [Xilinx 2015]. Por escolha de projeto, uma mesma placa mãe, contendo um único FPGA, pode atuar como um comutador de consoles ou V.35. O CS é um sub-bastidor fechado de 19" e 4U de altura, contendo duas placas mãe em planos sobrepostos, uma para a matriz console e outra para a matriz V.35. Uma placa auxiliar fornece a porta de console para permitir o controle do *crossconnect* de ambas as placas mãe.

As interfaces de acesso ao CS são placas filhas que adaptam os níveis elétricos dos padrões utilizados nas consoles e nas portas seriais V.35 ao nível lógico LVTTTL [Jedec 2015] utilizado pela placa mãe. Cada placa mãe tem 10 conectores frontais e 10 traseiros. Cada conector possui 12 linhas de sinal, que são as entradas da matriz de comutação. Quando configurada para matriz console apenas 6 destas linhas de sinal são utilizadas atendendo 3 portas console em uma única placa filha. Quando a matriz é configurada para V.35 todos os 12 sinais são usados para uma única porta.

5. O SLR e as Topologias Virtuais

O SLR atua sobre uma sessão de um usuário primeiramente carregando as configurações *default* nos equipamentos de rede. Para esta função, a terceira conexão de console do servidor mantida em uma das portas da matriz de consoles é conectada à porta que liga a matriz ao equipamento que se deseja reconfigurar. Estabelecida a conexão, um arquivo com a configuração *default*, associado ao equipamento alvo, é transmitido realizando a limpeza e, por fim, a conexão de console é desfeita. Esta ação é realizada para cada um dos equipamentos de rede configuráveis. Existe um atrelamento entre as portas do SGI e as portas de serviço Ethernet de cada equipamento, bem como entre as portas do CS e as portas console de serviço. Ao cadastrar um equipamento no *pool* de equipamentos de serviço, o administrador deve obrigatoriamente, para cada uma

das portas Ethernet, que desejar possibilitar conexão em serviço, indicar em que número de porta do SGI aquela estará conectada. O mesmo deve ocorrer para as portas console, cada equipamento cadastrado deverá incluir o número da porta console da matriz de consoles à qual está vinculada. Estas vinculações deverão ser cuidadosamente obedecidas por meio de conexão a cabo e não deverão ser modificadas sem a conseqüente alteração do registro de configuração do equipamento.

Quando do estabelecimento de um enlace, o SLR captura da topologia virtual o tipo de interface, o número das portas envolvidos no SGI ou CS e com estes dados pode formar comandos para a comutação tanto no SGI quanto no CS. O número das portas é buscado da descrição de cada um dos equipamentos fim criado quando da última alteração de seu cadastro.

Uma solução mais elaborada foi necessária na conexão de console da máquina virtual (VM) que o usuário aloca em sua topologia para acesso à configuração de seus ativos de rede. O caminho desta conexão é um acesso SSH do SLR, através do SNGI até a referida VM. Daí é estabelecida uma sessão console com o equipamento a ser configurado. Foi escolhido o AjaxTerm para rodar no SLR e oferecer ao usuário remoto a emulação de um acesso via terminal à VM real. Um menu de opções é oferecido ao usuário para limitar resultados não previstos na topologia ou configurações espúrias sobre a VM, incluindo seu hospedeiro.

6. Comentários Finais

O desenvolvimento deste projeto revelou sua multidisciplinaridade estimulando diversas interações e oferecendo oportunidades. As dificuldades iniciais passam a oferecer, após sua solução inicial, plataformas para evolução das funcionalidades do próprio Laboratório Remoto, mas também para exercício das disciplinas envolvidas. Assim, a placa mãe com sua grande generalidade permite experimentar com diversas aplicações de FPGA para aprendizado direto dos alunos. As diversas soluções encontradas em software, exigindo alguma criatividade, representam um espaço para os cursos de Sistemas Embarcados e Análise e Desenvolvimento de Sistemas experimentarem e inovarem e um cenário com responsabilidade de produção totalmente observável dentro de ambientes acadêmicos.

Referências

- Cisco Packet Tracer. Capturado em: <http://www.packettracernetwork.com>, Julho 2015.
- Xilinx, Inc. “Spartan-3E FPGA Family Data Sheet”. Capturado em: http://www.xilinx.com/support/documentation/data_sheets/ds312.pdf, Julho 2015.
- Jedec – Global Standards for the Microelectronics Industry. “Addendum No. 1 to JESD8: Interface Standard fo Low Voltage TTL- Compatible (LVTTTL) VLSI Digital Circuits”. Capturado em: <http://www.jedec.org/standards-documents/docs/jesd-8-1>, Julho 2015.