



## **Proposta para Grupo de Trabalho**

GT-MCU

Desenvolvimento de um MCU (*Multipoint Control Unit*) escalável e de baixo custo

Valter Roesler

14/03/2017

## 1 Título

**GT-MCU:** MCU escalável e de baixo custo

## 2 Coordenador

Valter Roesler: [roesler@inf.ufrgs.br](mailto:roesler@inf.ufrgs.br)

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. Av. Bento Gonçalves, 9500, bloco IV, prédio 72, sala 233. Bairro Agronomia, CEP 91501-970.

Fones: (51) 3308-6167, (51) 99303-1100

## 3 Programa de P&D

**Programa:** Serviços Avançados.

## 4 Tema

**Área da proposta:** A1: Videocolaboração.

## 5 Resumo

O objetivo principal deste projeto é a criação de um MCU (*Multipoint Control Unit*) com os seguintes requisitos:

- Funcionamento em software, em máquina virtual, de forma distribuída.
- Escalável através de um gerenciador de escalabilidade, permitindo centenas de conferências simultâneas. *Esta será a maior inovação do sistema.*
- Baixo custo de implantação e de manutenção.
- Tenha os principais recursos gerenciais de um MCU de hardware.

O problema de um MCU em software é a limitação do número de usuários simultâneos, pois é dependente da máquina. Por outro lado, é de baixo custo, visto que é executado num computador. Existe hoje uma iniciativa de MCU em software chamada “openMCU-ru”<sup>1</sup>, sendo desenvolvida por um grupo na Rússia. A última versão deste software está bastante evoluída, possuindo características bastante similares a um MCU em hardware. A primeira abordagem desse GT será tentar utilizar este software como base para o MCU escalável.

A abordagem inovadora do GT seria criar uma espécie de “gerenciador de escalabilidade” para uma rede de servidores MCU em software, distribuídos em pontos estratégicos do backbone da RNP (que pode eventualmente apresentar uma arquitetura semelhante à do Mconf com seu balanceador de carga). Outra inovação seria a possibilidade de abrir salas de forma federada (CAFe), satisfazendo uma possível demanda dos clientes da RNP.

O grupo possui experiência na área, pois já trabalhou com balanceador de carga (no caso do GT-Mconf [Roesler, 2012a,b,c,d], [Roesler, 2013a,b,c,d]), e conhece profundamente os protocolos de sinalização SIP, suíte H.323, bem como codificadores de vídeo e áudio (no caso do GT-Multipresença [Roesler, 2016], [Roesler, 2015a,b], e projeto da Sala Cirúrgica Inteligente [Roesler, 2014]).

---

<sup>1</sup> <https://videoswitch.ru/eng.htm>

## 6 Abstract

The main objective of this project is the creation of a Multipoint Control Unit (MCU) with the following requirements:

- Software-based, in distributed virtual machines.
- Scalable through a scalability manager, allowing hundreds of simultaneous conferences.  
*This will be the biggest innovation of the system.*
- Low implementation and maintenance costs.
- Having the same management features of a hardware-based MCU.

The problem with a software-based MCU is the limitation of the number of concurrent users because it is machine dependent. On the other hand, it is inexpensive, since it runs on a computer. There is today a software MCU initiative called "openMCU-ru", being developed by a group in Russia. The latest version of this software is quite evolved, having characteristics very similar to a hardware MCU. The first approach of this GT will be to try to use this software as the basis for the scalable MCU.

The innovative approach of the GT would be to create a kind of "scalability manager" for a network of MCU software servers, distributed at strategic points on the RNP backbone (which may eventually be similar as the Mconf architecture with its load balancer). Another innovation would be the possibility of opening rooms in a federated way (CAFe), satisfying a possible demand of RNP clients.

The group has experience in the area, since it has already developed a load balancer (in the case of GT-Mconf [Roesler, 2012a,b,c,d], [Roesler, 2013a,b,c,d]), and knows the SIP signaling protocols, H.323 suite, as well as video and audio encoders (in the case of GT- Multipresença [Roesler, 2016], [Roesler, 2015a,b], and the development of the Multimedia Intelligent Room [Roesler, 2014]).

## 7 Parcerias

A instituição *executora* será a UFRGS. Os parceiros *co-financiadores* serão a RNP e a Mconf Tecnologia Ltda.

## 8 Sumário executivo

Este item será dividido nos seguintes subitens visando facilitar o entendimento: 1. Soluções para a VM-MCU; 2. Estratégias do projeto; 3. Potencial de serviço para a RNP. 4. Experiência do grupo executor.

### 8.1 Soluções para a VM-MCU

O foco inicial do GT-MCU será na tentativa de utilizar o openmcu-ru como base para o protótipo do sistema, visto que ele já está bastante evoluído nesse sentido. Serão analisadas também outras possibilidades, como o uso do Kurento e do FreeSwitch. As seções a seguir descrevem cada uma dessas alternativas.

#### 8.1.1 OpenMCU-ru

O projeto de código aberto OpenMCU-ru é uma derivação do código "OpenMCU" (do projeto H.323 Plus) incrementado com diversas facilidades novas. Pode ser executado em Linux, FreeBSD e Windows. Algumas características são:

- Não necessita codec de hardware para operar;
- Suporta os codecs de áudio G.711, G.722, G.723, G.726, G.728, G.729, SILK, Speex, Opus e outros codecs de áudio via plugin que são suportados pelo H323 Plus;
- Suporta os codecs de vídeo H.261, H.263, H.263+, VP8 e H.264 até Full HD 1080P com cache;
- Pode aceitar múltiplas conexões simultaneamente;
- Muitas conferências diferentes podem acontecer ao mesmo tempo, cada uma na sua sala;
- Mostra estatísticas das conferências em andamento;
- Pode iniciar chamadas a partir do MCU para pontos remotos.

OpenMCU-ru é uma iniciativa de software livre sob licença Mozilla, que permite executar, modificar e copiar o software. Além disso, permite a distribuição de cópias modificadas do código modificado.

A Figura 1 apresenta a interface de status do MCU, obtida durante o curso da Escola Superior de Redes MID001 (Administração de Videoconferência) em janeiro de 2017, em Brasília, ministrado pelo coordenador deste GT. Isso justifica a sala escolhida para a imagem se chamar “Sala MID”, como pode-se ver no centro da figura, em cima.

Na coluna da esquerda pode-se ver a identificação dos usuários. Existem três usuários: “Aluno”, “Monitor Centro” e “Monitor Direita”. Pode-se ver o IP de cada um, e também que todos estão se comunicando através do software “Polycom RealPresence Desktop para Windows”.

Na coluna central pode-se ver a lista dos codecs utilizados na sala. Pode-se ver que os codecs escolhidos foram o G.722 para áudio e H.264 para vídeo.

Na coluna da direita pode-se ver algumas estatísticas, como a taxa em kbit/s e o número de quadros por segundo (fps) de cada vídeo.

Observa-se que a linguagem da interface é um misto de português e inglês. Esse é um dos pontos que o GT deve melhorar.

The screenshot shows the OpenMCU-ru status interface. At the top, there are navigation tabs: Status, Control, Records, Settings, and Help. Below the tabs, there are buttons for 'Get Text', 'Get BBCode', and 'Get HTML'. The main content area is titled 'Connections' and contains a table with the following columns: Nome, Duração, RTP Canal: Codec, Pacotes, Bytes, Kbit/s, FPS, 60s perdas, and 1s. The table lists three active connections: 'Aluno', 'Monitor Centro', and 'Monitor Direita'. Each connection entry includes its name, IP address, and the software used. The 'RTP Canal: Codec' column shows audio codecs (G.722.1C-24K@32000/1) and video codecs (H.264@704x576:512000x10\_MID/0). The statistics columns (Pacotes, Bytes, Kbit/s, FPS, 60s perdas, 1s) provide performance metrics for each connection. Red arrows point to specific parts of the interface: 'Identificação dos usuários' points to the 'Nome' column, 'Codecs utilizados' points to the 'RTP Canal: Codec' column, and 'Estatísticas' points to the statistics columns.

Nome	Duração	RTP Canal: Codec	Pacotes	Bytes	Kbit/s	FPS	60s perdas	1s
[Oculto] conference recorder	0:0	-	-	-	-	-	-	-
[Oculto] cache	21:54	Saída de Vídeo: H.264@704x576:512000x10_MID/0	-	-	-	3 x 10.00	-	-
[Oculto] cache	20:29	Saída de Vídeo: H.264@1280x720:1920000x10_MID/0	-	-	-	1 x 10.00	-	-
Aluno [h323:200.130.46.45@200.130.46.45:1720] Polycom RealPresence Desktop for Windows   3.3.0.50871   181/9009	20:47	Entrada de Áudio: G.722.1C-24K@32000/1 Saída de Áudio: G.722-64k@16000/1 Entrada de Vídeo: H.264@160x90 Saída de Vídeo: H.264@704x576:512000x10_MID/0	62264 62386 19781 97139	7471680 9981760 3519678 71562521	47.9 64.0 22.6 458.8	15.89 10.00	-	-
Monitor Centro [h323:200.130.46.108@200.130.46.108:1720] Polycom RealPresence Desktop for Windows   3.3.0.50871   181/9009	9:54	Entrada de Áudio: G.722.1C-24K@32000/1 Saída de Áudio: G.722-64k@16000/1 Entrada de Vídeo: H.264@160x90 Saída de Vídeo: H.264@704x576:512000x10_MID/0	29617 29699 15379 45120	3554040 4751840 10899647 33326856	47.9 64.0 146.8 448.8	15.67 10.00	-	-
Monitor Direita [h323:200.130.46.184@200.130.46.184:1720] Polycom RealPresence Desktop for Windows   3.3.0.50871   181/9009	21:54	Entrada de Áudio: G.722.1C-24K@32000/1 Saída de Áudio: G.722-64k@16000/1 Entrada de Vídeo: H.264@160x90 Saída de Vídeo: H.264@704x576:512000x10_MID/0	65624 65716 21261 100958	7874880 10514560 6424328 74049116	47.9 64.0 39.1 450.7	15.89 10.00	-	-
Visitante [h323:200.130.46.131@200.130.46.131:1720]	20:20	Entrada de Áudio: G.722.1C-24K@32000/1 Saída de Áudio: G.722-64k@16000/1	61431 61481	7371720 9836960	48.0 64.0	-	-	-

Figura 1. Interface de status do OpenMCU-ru.

A Figura 2 mostra a facilidade para a criação de salas. Basta escolher o nome da sala e pressionar o botão “Cria sala”.



Figura 2. Interface de controle do OpenMCU-ru.

Cada sala pode ser controlada por uma interface de controle, como mostra a Figura 3 para a sala MID. Observa-se a possibilidade de mudança de layout dos vídeos (a figura mostra o layout 2x2). A figura mostra também, à direita, várias possibilidades para cada usuário, como silenciar, aumentar ou diminuir o ganho do microfone ou alto-falante do participante, excluir o mesmo, entre outras.

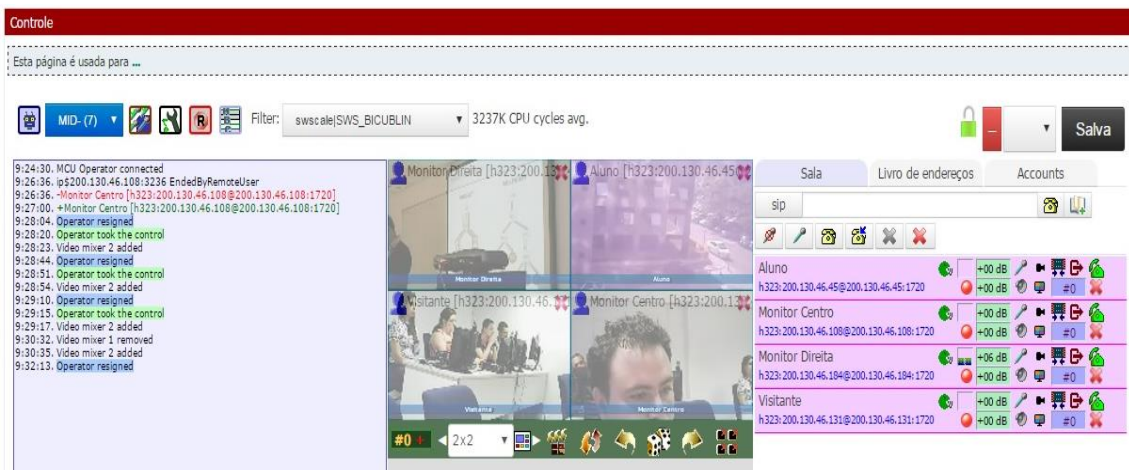


Figura 3. Interface de controle dentro da sala.

A Figura 4 mostra que existe também a possibilidade de gravações.



Figura 4. Interface de controle dentro da sala.

Em termos de desvantagens ou desafios, pode-se citar as seguintes:

- Literatura em português quase inexistente, predominantemente em russo.
- *Helps* em inglês escassos ou mesmo em desenvolvimento.
- Possível limitação no número máximo de usuários por ser um MCU em software.
- Ícones na interface podem ser um pouco confusos.

### 8.1.2 Kurento

O projeto de código aberto Kurento<sup>1</sup> possui um servidor de mídia baseado no GStreamer que dispõe das seguintes funcionalidades:

- Suporta protocolos de streaming de vídeo, incluindo HTTP, RTP, WebRTC, além de poder ser facilmente estendido para suportar outros protocolos como RTMP e RTSP.
- Suporta composição de vídeos e roteamento de mídia.
- Suporta gravação dos formatos MP4 e WebM e permite reprodução de qualquer formato suportado pelo GStreamer.
- Possui transcodificação automática de mídia entre os formatos suportados pelo GStreamer, incluindo VP8, H.264, H.263, AMR, OPUS, Speex, G.711, entre outros.
- É inteiramente controlado via API, e possui bibliotecas clientes em Java e Javascript para criação de novas aplicações.
- Possui licença Apache 2.0.

Apesar de não possuir uma interface administrativa como o OpenMCU-ru, o Kurento consegue manipular áudio e vídeo e poderia ser utilizado para a construção de uma aplicação de MCU, por isso é candidato à análise inicial do software base do GT.

### 8.1.3 FreeSwitch

O projeto de código aberto FreeSWITCH<sup>2</sup> apresenta uma plataforma de comunicação que implementa um PBX ou Softswitch, e que conta com as características a seguir:

- Suporta os codecs OPUS, iSAC, SILK, Speex, G722, G726, G729, G711, H261, H263, H264, Theora, entre outros, além de WebRTC.
- Suporta composição de vídeos.
- Suporta gravação e transcodificação automática.
- Possui diversas APIs e bibliotecas clientes.
- Possui licença MPL 1.1.

Da mesma forma que o Kurento, ele não possui uma interface administrativa, mas já possui toda a pilha de telefonia (SIP/H.323) implementada, e poderia ser utilizado para a construção de uma aplicação de MCU.

## 8.2 Estratégias do projeto

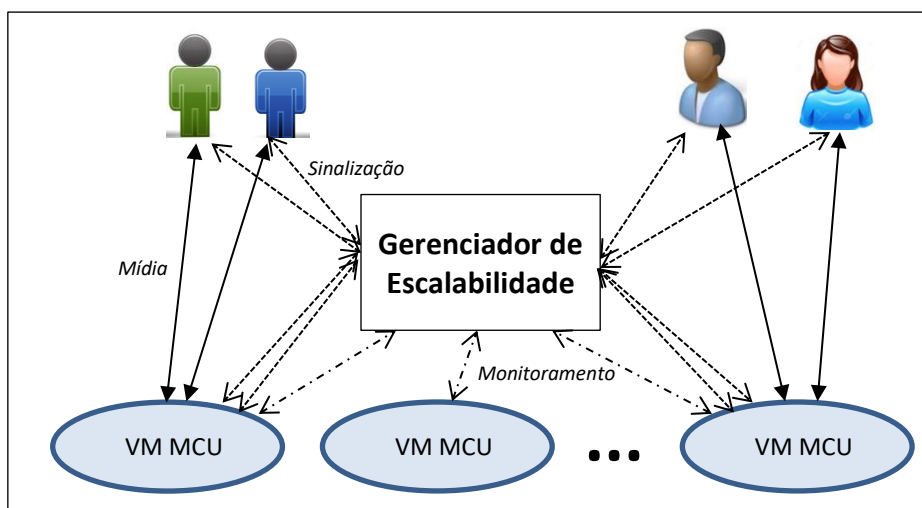
O diagrama em blocos da Figura 5 apresenta os principais módulos do sistema. Os blocos ovais chamados “VM MCU” representam a utilização da estratégia de MCU (que pode ser, por exemplo, o OpenMCU-ru) com algumas modificações efetuadas no âmbito do GT. O objetivo é deixar os mesmos instalados em máquinas virtuais, facilitando a manutenção do sistema. O GT iria criar um bloco chamado “*Gerenciador de Escalabilidade*” (que pode ser um Balanceador de Carga), que estaria *monitorando* cada VM MCU (setas “ponto traço” na figura) para saber a

<sup>1</sup> <https://www.kurento.org/>

<sup>2</sup> <https://www.freeswitch.org/>

quantidade de carga de cada um deles. A  *sinalização* inicial para chamadas do usuário (setas tracejadas na figura) seria feita para o  *Gerenciador de Escalabilidade*, que redirecionaria a chamada para a VM MCU mais adequada para esse usuário, servindo como um “proxy de sinalização” para a VM MCU. Finalmente, na hora de enviar e receber a mídia (áudio, vídeo e conteúdo), o balanceador passaria o endereço e porta da VM MCU, saindo do processo.

Outra abordagem a ser estudada em termos de viabilidade técnica é o  *Gerenciador de Escalabilidade* efetuar um “redirect” da mensagem inicial, fazendo com que o  *endpoint* efetue a sinalização diretamente com a VM MCU, sem passar pelo balanceador.



**Figura 5. Diagrama em blocos simplificado da solução.**

Também seria papel do GT a criação de uma interface de visualização de estatísticas, com alarmes de quedas de VMs, bem como de visualização da carga atual de cada servidor para previsão de expansão. Em uma fase futura o  *Gerenciador de Escalabilidade* poderia ser feito de forma redundante para aumentar a robustez do sistema.

Outra estratégia em paralelo a essa seria do GT criar uma afinidade com o grupo de desenvolvedores do sistema de software escolhido (OpenMCU-ru, Kurento, FreeSwitch, ...), a fim de manter a compatibilidade com o que eles estão fazendo hoje, facilitando a evolução do sistema e deixando o mesmo mais robusto como um todo.

**A grande inovação do sistema é justamente permitir escalabilidade para uma solução que hoje não é escalável.** O MCU em hardware suporta um certo número de portas, e alguns deles permitem inserir uma nova “blade” para expansão. No caso do MCU via software, proposto nesse GT, poderia haver uma escalabilidade muito maior, bastando aumentar o número de VMs existentes na nuvem.

Outra inovação derivada é que o GT MCU pode ser integrado facilmente com outros serviços da RNP, como a federação CAFe (Comunidade Acadêmica Federada), com direitos específicos para a criação de salas.

### **8.3 Potencial de serviço para a RNP**

O autor desta proposta acredita que a vida útil para o modelo de videoconferência centralizado com MCU seja de, pelo menos, mais uns 20 anos até que modelos mais modernos tornem completamente obsoleto o modelo centralizado de MCU.



Durante esses 20 anos, o contrato de manutenção mantido para a sustentabilidade do MCU atual da RNP irá custar aproximadamente R\$ 10 milhões (aproximação baseada em R\$ 40.000,00 por mês de custo de manutenção).

Caso a RNP tenha que trocar o MCU atual ao longo desses 20 anos, o custo disso será de mais alguns milhares de reais.

O objetivo do GT seria criar uma *alternativa nacional de baixo custo* para o modelo de MCU. Só esse fator, e somente para a RNP, já poderia valer o “risco” do financiamento de um *GT fase I* para ver se o grupo chega em uma prova de conceito que dê uma garantia que vai ou não valer a pena.

Caso o GT tenha sucesso nesse desenvolvimento, o serviço de MCU poderia ser utilizado por outros órgãos governamentais brasileiros. Empresas privadas também podem se beneficiar do novo modelo, reduzindo custos e trazendo divisas para o País.

Mais ainda, pensando na internacionalização da solução para outras NRENs do mundo (como a RedCLARA, por exemplo), a economia global de custo tem um potencial muito maior.

#### **8.4 Experiência do grupo executor**

Uma questão importante é a experiência do grupo executor. O PRAV (Projetos em Áudio e Vídeo) da UFRGS já desenvolveu com sucesso diferentes projetos para a RNP. Vale citar:

- a) O GT-Mconf, que gerou o sistema de webconferência utilizado atualmente pela RNP;
- b) O GT-IEAD (Infraestrutura para Ensino a Distância), que gerou o sistema IVA (Interativo de Vídeo e Áudio), sendo utilizado com sucesso nas aulas da ESR (Escola Superior de Redes) da RNP;
- c) O GT-Multipresença, que está atualmente na fase 3 (fase de serviço experimental).

Alguns desafios tecnológicos do GT MCU já foram superados em outros GTs, e o conhecimento continua no grupo. Por exemplo, o modelo de balanceador de carga com monitoramento e estatísticas é utilizado atualmente, com sucesso, no serviço Mconf da RNP, e foi uma criação do mesmo grupo deste projeto. O grupo já desenvolveu a comunicação SIP, tanto no sistema Mconf como no GT-Multipresença. O grupo está atualmente desenvolvendo H.323 no âmbito do projeto GT-Multipresença. O coordenador do grupo ministra o curso MID001 (Administração de Videoconferência), onde ensina em detalhes os padrões SIP e H.323.

Dessa forma, com as parcerias do GT MCU, a experiência do grupo e a gerência de necessidades da RNP, forma-se um grupo com a bagagem necessária para o desenvolvimento com sucesso do sistema proposto.

Algumas publicações referentes aos projetos anteriores podem ser vistas no capítulo final, de referências.

## **9 Ambiente para testar o protótipo**

Como é uma solução de software, o ambiente de testes é simples. Pode-se utilizar inicialmente máquinas físicas, ou o ambiente da UFRGS, que permite a criação de máquinas virtuais para pesquisadores. Pode-se também solicitar a criação de VMs de teste na nuvem da RNP.



A ideia inicial é utilizar máquinas físicas num modelo virtualizado, a fim de não ficar envolvendo administrativamente a UFRGS ou a RNP. Caso o modelo se prove funcional, aí sim se passa a utilizar VMs na nuvem, num segundo momento.

## 10 Duração do projeto e marcos

**Duração do projeto:** 12 meses (GT-fase 1)

Os principais marcos do GT são:

- **Criação de um protótipo de gerenciador de escalabilidade:** desenvolvimento do módulo de gerenciamento da escalabilidade, onde as mensagens do endpoint são direcionadas a ele, e o mesmo executa a função de proxy de sinalização H.323, conforme descrito anteriormente.
- **Adaptação do software escolhido para o novo modelo:** adaptações no código aberto escolhido (OpenMCU-ru, Kurento, FreeSwitch, ...) a fim de que ele interaja com o *gerenciador de escalabilidade*. O objetivo nesse marco é modificar o mínimo possível o código escolhido, buscando manter compatibilidades futuras, ou ter um baixo custo de adaptações em novas versões.
- **Criação de um sistema de estatísticas:** para a fase 1, pode ser previsto um sistema de estatísticas rudimentar, informando o básico, como o número de clientes e uso de CPU de cada VM. Esse sistema de estatísticas deve ser aprimorado caso o GT siga em novas fases, agregando informações como a qualidade de cada conexão, uso de banda, interface gráfica, entre outros.
- **Testes de carga:** os testes de carga são necessários para a homologação do sistema, e para acionar alarmes no balanceador de carga.

## 11 Recursos financeiros

### 11.1 Equipamentos e softwares

Descrição	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Desktop com monitor	6	R\$ 4.150,00	R\$ 24.900,00
<b>Total</b>			24.900,00

### 11.2 Pessoal

Função	Valor mensal	Valor total
Coordenador GT	R\$ 2.100,00	R\$ 2.100,00
Assistente 1	R\$ 4.900,00	R\$ 4.900,00
2 x Assistente 3	R\$ 1.300,00	R\$ 2.600,00
2 x Estagiário	R\$ 680,00	R\$ 1.360,00
<b>Total</b>		R\$ 10.960,00

O parceiro co-financiador é a Mconf Tecnologia, que vai financiar um estagiário de R\$ 900,00 ao mês. Além disso, existe toda a contrapartida não financeira, que é o know-how obtido com o desenvolvimento da escalabilidade no sistema Mconf e as horas de dedicação da equipe no projeto.

## 12 Algumas referências relacionadas publicadas pelo grupo

Roesler, Valter; COELHO, L. ; LONGONI, G. ; MARINS, A. ; DARONCO, Leonardo Crauss ; CIUFFO, L. ; DUARTE, R. . Multipresence: towards videoconference and collaboration in multi-use environments. In: TNC16 Networking Conference, 2016, Praga. 32th TNC Networking Conference, 2016.

ROESLER, V.; COELHO, L. ; LONGONI, G. ; CECAGNO, F. ; CIUFFO, L. ; DUARTE, R. Multiconference rooms: architectural and technological view. In: Ubuntunet Connect, 2015, Maputo, Moçambique. Ubuntunet Connect 2015, 2015.

ROESLER, V.; LONGONI, G. ; MARINS, A. . Multipresença: um sistema de videoconferência adaptável, escalável e interoperável. In: TICAL 2015, 2015, Vina del Mar. Quinta Conferencia de Directores de Tecnología de Información, TICAL 2015, 2015.

ROESLER, V.; KLINGER, A. ; LIMA, G. L. ; LONGONI, G. . MIR: A Low Cost Digital Operating Room. In: Healthcom 2014, 2014, Natal, RN. 16th International Conference on E-health Networking, Application & Services, 2014.

ROESLER, VALTER; Daronco, Leonardo Crauss; CECAGNO, F.; MARINS, A. Mconf: collaboration proposal to form a global infrastructure for web conferencing based on open source. Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network, v. 35, p. 28, 2013.

ROESLER, VALTER; CECAGNO, F.; Daronco, Leonardo Crauss ; MARINS, A. Mconf: A Webconference System Applied to e-Health. Global Telemedicine and eHealth Updates: Knowledge Resources, v. 6, p. 12-16, 2013.

ROESLER, VALTER; Cecagno, Felipe; Daronco, Leonardo Crauss; MARINS, A. Mconf: a global web conferencing network based on open source and collaborative work. In: Techs In Paradise, 2013, Honolulu, HW. TIP 2013: Techs In Paradise, 2013.

ROESLER, VALTER; CECAGNO, F.; Leonardo Daronco; MARINS, A.; STANTON, M. Interoperable multi conferencing technology as a basis for an open, global web conferencing network. In: UbuntuNet-Connect, 2013, Kigali, Rwanda. UbuntuNet-Connect 2013, 2013.

Roesler, Valter; Cecagno, Felipe; Crauss, Leonardo; Dixo, Fred. Mconf: An Open Source Multiconference System for Web and Mobile Devices. In: Edited by Ioannis Karydis. (Org.). Multimedia - A Multidisciplinary Approach to Complex Issues. 1ed., 2012, p. 1-27.

ROESLER, V.; CECAGNO, F.; Daronco, Leonardo Crauss; MARINS, A. Mconf: sistema de multiconferência escalável e interoperável web e dispositivos móveis. In: Tecnologias da Informação e Comunicação na América Latina, 2012, Lima. TICAL 2012: Tecnologias da Informação e Comunicação na América Latina, 2012.

ROESLER, V.; CECAGNO, F.; Daronco, Leonardo Crauss; DIXON, F. Mconf: towards a global webconference system. In: TERENA Networking Conference, 2012, Reykjavik. TNC 2012: Terena Networking Conference, 2012.

ROESLER, V.; CECAGNO, F.; Daronco, Leonardo C.; DIXON, F. Mconf: towards a global webconference system. In: TERENA Networking Conference, 2012, Reykjavik. TNC 2012.