

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO PROTOCOLO DE GATEWAY REDUNDANTE VRRP: uma opção ao HSRP em roteadores Cisco

Brenno C. CLEMENTE¹; Antônio M. da SILVA²; Vinícius F. de SOUZA³

RESUMO

Este trabalho apresenta uma avaliação de desempenho do protocolo de gateway redundante VRRP (*Virtual Router Redundancy Protocol*), implementado em um cenário que utiliza equipamentos da fabricante *Cisco Systems*. Através da comparação realizada com o protocolo proprietário Cisco, de mesma função, HSRP (*Hot Standby Router Protocol*), verificou-se na análise dos parâmetros monitorados que o protocolo VRRP é uma alternativa viável para a configuração de redundância de gateway em equipamentos Cisco.

INTRODUÇÃO

Em redes de computadores, o termo disponibilidade torna-se essencial quando o assunto é a oferta de serviços baseados na arquitetura cliente/servidor e a troca de dados críticos em um enlace WAN (*Wide Area Network*) (PAULINO, 2010).

O parâmetro disponibilidade indica o tempo que a rede permanece em funcionamento de forma ininterrupta, incluindo possíveis falhas de hardware ou software, além de manutenções preventivas e corretivas (MAIA, 2013).

Para garantir alta disponibilidade é necessário o uso de mecanismos de tolerância a falhas e balanceamento de carga. Essa implementação pode ser realizada no lado do cliente ou no lado da operadora (PAULINO, 2010).

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG. E-mail: brennoclemente@hotmail.com

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG. E-mail: ant.marcos.silv@gmail.com

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG. E-mail: vinicius.souza@ifsulde Minas.edu.br

Nesse contexto, a redundância é uma técnica amplamente utilizada em vários níveis, desde a comunicação envolvendo o cabeamento até a replicação de servidores e ativos de rede. Outro mecanismo de redundância é a duplicação de gateways (SHINN, 2009).

Na maioria das redes de computadores, um único equipamento é utilizado como *default gateway* e todos os hosts no mesmo segmento encaminham suas mensagens para essa máquina gateway, que funciona como uma única saída da rede interna para a rede externa. Mesmo que existam enlaces e equipamentos duplicados, quando ocorre uma falha na máquina gateway ou no enlace que dá acesso ao gateway, a comunicação com a rede externa é interrompida.

Para manter a disponibilidade da rede nesse cenário, são utilizados os protocolos de gateway redundante. Tais protocolos gerenciam os enlaces redundantes e são capazes de, ao detectar uma falha no enlace, habilitar um caminho secundário previamente configurado. Shinn (2009) afirma que a principal característica desses protocolos é permitir que vários gateways troquem mensagens, com a finalidade de perceberem se devem ou não assumir o lugar de outro gateway, seja por uma falha ou por necessidade de balanceamento de carga.

Quando se discute redundância de gateways, dois protocolos têm sido amplamente utilizados: VRRP (*Virtual Router Redundancy Protocol*) e HSRP (*Hot Standby Router Protocol*). O primeiro, definido na RFC 5798 (2010), é independente de fabricante e, portanto, pode ser configurado em qualquer equipamento. Já o segundo, formalizado na RFC 2281 (1998), é um protocolo proprietário Cisco.

Atualmente, as infraestruturas de redes reúnem soluções de diferentes fabricantes em camadas distintas da arquitetura de rede. Apesar de possuírem interoperabilidade com soluções de outros fabricantes, os equipamentos Cisco utilizam algumas tecnologias com direito proprietário, o que faz do protocolo HSRP uma solução exclusiva da Cisco para redundância de gateways.

Como a literatura referente ao assunto é escassa, este trabalho apresenta uma topologia de rede com gateways redundantes, a fim de analisar o desempenho do protocolo VRRP em equipamentos Cisco, comparado à solução proprietária.

Mediante a avaliação de alguns parâmetros selecionados, verificou-se o comportamento dos roteadores Cisco, configurados com o protocolo VRRP, no instante de falha do gateway padrão. Os resultados obtidos apontam o protocolo VRRP como uma opção viável para a redundância de gateways em soluções Cisco.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dois protocolos de gateway redundante referenciados neste trabalho, VRRP e HSRP, possuem modos de funcionamento e configurações semelhantes. A ideia por trás de ambos os protocolos é relativamente simples: chavear o tráfego de um roteador para o outro em caso de queda do enlace ou do próprio roteador.

No protocolo VRRP, os endereçamentos reais e virtuais podem participar, efetivamente, do processo de redundância. O roteador principal, chamado de mestre, tem o papel de enviar mensagens, a cada 1 segundo por padrão, para os roteadores de *backup*. Quando o roteador mestre falha, os roteadores de *backup* percebem a ausência de mensagens, e o roteador em espera com a prioridade mais alta assume como roteador mestre (NADAS, 2010).

O protocolo HSRP permite a configuração de um conjunto de roteadores operando em comum acordo, para apresentar a ilusão de um único roteador virtual para os hosts na rede local. Esse conjunto é conhecido como grupo de HSRP ou grupo em espera. Um único roteador eleito no grupo, denominado roteador ativo, é responsável por encaminhar os pacotes que os hosts enviam ao roteador virtual. Em caso de falha do roteador ativo, um roteador eleito como *standby* assume as funções do roteador ativo. Apenas os roteadores nos modos ativo e em *standby* enviam mensagens de HSRP periódicas (3 segundos por padrão) depois do protocolo ter concluído o processo de eleição do roteador em *standby* (LI et al., 1998).

O experimento foi realizado a partir de um teste de bancada no Laboratório de Redes Cisco do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, localizado no Setor de Informática e Redes. Para a configuração do cenário proposto, foram utilizados dois roteadores Cisco 2811 (série 2800), um switch Cisco *Catalyst* (série 2960) e dez hosts com o sistema operacional Windows 8. Para reproduzir a redundância de link, foram usados nos testes um link da rede local de alunos (link principal) e outro da rede local de professores (link secundário), em redes IP distintas.

Durante os testes, os seguintes parâmetros foram monitorados: consumo total de memória DRAM (*Dynamic Random Access Memory*) pelo roteador, uso da memória DRAM pelo protocolo avaliado, consumo total de CPU (*Central Processing Unit*) pelo roteador, uso de CPU pelo protocolo analisado, NetFlow (fluxo de mensagens específicas) dos protocolos VRRP e HSRP, tráfego de rede, taxa de erro de bits e o tempo de recuperação de cada protocolo a partir da interrupção do gateway padrão.

Todos os dados monitorados foram adquiridos por meio do software CCP (*Cisco Configuration Professional*). O CCP é uma ferramenta proprietária utilizada para monitorar equipamentos Cisco e que permite realizar configurações cotidianas de um modo mais simples, via interface gráfica ao invés de usar a CLI (*Command-Line Interface*) (CISCO SYSTEMS, 2013).

O tráfego de dados, utilizado para “estressar” os equipamentos, foi gerado a partir de um servidor de arquivos localizado na rede local de professores, e acessível a partir da rede local de alunos. As dez estações clientes foram programadas para executar, iniciando ao mesmo tempo, o download cíclico de um arquivo de 6,5 GB no servidor de arquivos.

Neste ponto, cabe destacar que, após a entrada em operação do roteador secundário, o atraso no tráfego gerado é ligeiramente reduzido, pois o servidor de arquivos está conectado no mesmo segmento de rede. Porém, essa variação foi insignificante e não impactou na análise realizada, pois o período de interesse corresponde ao momento em que ocorre a alternância do gateway padrão.

Todos os testes aconteceram no período noturno, durante o mês de julho (férias escolares), de modo que não havia nenhum tráfego interno no Setor de Informática e Redes. Foram realizados, ao todo, 10 testes (um por dia) com duração de 10 minutos cada teste. A interrupção no link principal ocorreu sempre no 4º minuto e o restabelecimento do link aconteceu no 6º minuto.

A Figura 1 apresenta a topologia simplificada da rede que foi implementada no laboratório para a avaliação dos protocolos de gateway redundante.

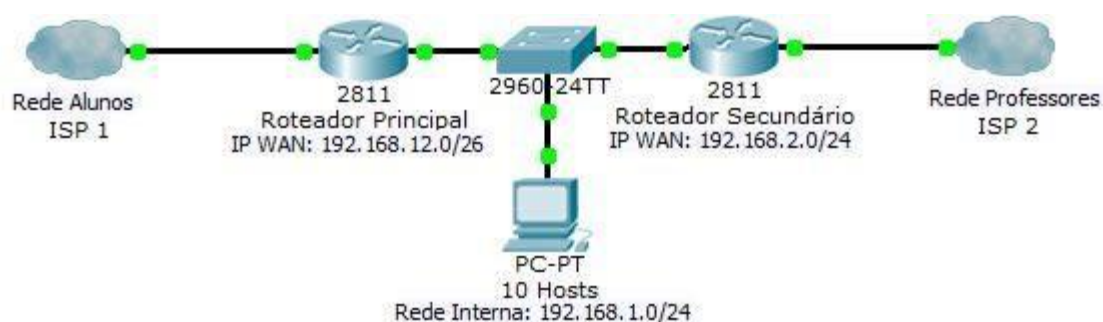


Figura 1 - Representação simplificada da topologia de rede configurada.

Após a realização dos experimentos, os dados coletados foram modelados conforme o teste de *Kolmogorov-Smirnov*, através do software estatístico SAS (*Statistical Analysis System*).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1 e 2 exibem os resultados, após tratamento do software SAS, de alguns parâmetros selecionados para avaliação, referentes aos 10 testes realizados.

A Tabela 1 indica, para os dois protocolos, os seguintes parâmetros: consumo total de memória (*Memory Usage*), consumo total de CPU (*CPU Usage*), tráfego específico do protocolo (*Prot. Traffic – NetFlow*) e taxa de erro de bits (*Bits Error*).

TABELA 1 - Avaliação do uso total de memória e CPU, NetFlow e taxa de erro de bits.

Protocols	Memory Usage	CPU Usage	Prot. Traffic - NetFlow	Bits Error
VRRP	0.483566	0.247790	0.001405	0.001036
HSRP	0.450346	0.240620	0.001351	0.001027

A Tabela 2 lista, também para ambos os protocolos, os seguintes parâmetros: tempo de recuperação do protocolo (*Convergence Time*), uso de memória pelo protocolo (*Memory Usage Prot.*), uso de CPU pelo protocolo (*CPU Usage Prot.*) e tráfego na porta LAN (*Local Area Network*) (*LAN Traffic*).

TABELA 2 - Avaliação da recuperação, uso de memória e CPU do protocolo e tráfego na LAN.

Protocols	Convergence Time	Memory Usage Prot.	CPU Usage Prot.	LAN Traffic (bps)
VRRP	00:00:05:53	0.019256	0.002075	2,831,047.14
HSRP	00:00:13:00	0.009007	0.001203	2,800,553.09

Os resultados expressos nas Tabelas 1 e 2 estão em porcentagem com valor padronizado em “1”, com exceção da coluna *Convergence Time* em segundos e da coluna *LAN Traffic* em bits por segundo, ambas na Tabela 2.

Ao analisar as tabelas anteriores, verifica-se que os dois protocolos tiveram desempenhos semelhantes. O protocolo proprietário HSRP, comparado ao VRRP, apresentou menor uso de recursos do roteador (memória e CPU), além de gerar um menor tráfego específico de mensagens do protocolo. A diferença na taxa de erro de bits foi insignificante. O tráfego na rede interna usando o protocolo VRRP foi, aproximadamente, 1,09% superior ao tráfego na LAN com o protocolo HSRP.

As variações observadas nos parâmetros analisados são justificadas por uma diferença no tempo padrão de envio das mensagens dos protocolos. No VRRP, o roteador envia mensagens periódicas (*Link-State Advertisement – LSA*) a cada 1 segundo, e aguarda até 3 segundos (*holdtime*) pela próxima mensagem LSA. Se o

holdtime exceder e o roteador não receber outra LSA, o enlace é considerado falho e o protocolo inicia o processo de substituição do gateway. Já no caso do protocolo HSRP, esses tempos são iguais a 3 segundos para as mensagens periódicas (*hello*) e 10 segundos para o *holdtime*. O ajuste desses parâmetros pode alterar o resultado da comparação. Neste trabalho, os protocolos foram avaliados considerando os valores padrões de tempo para as mensagens.

Com um fluxo de mensagens periódicas três vezes maior que o HSRP, o protocolo VRRP apresentou maiores variações no uso de recursos do roteador, no *NetFlow* e no tráfego da porta LAN. Por outro lado, o fato de possuir um *holdtime* menor, fez com que o VRRP tivesse um tempo de recuperação da falha no gateway menor que o HSRP, conforme mostra a coluna *Convergence Time* na Tabela 2.

CONCLUSÕES

O protocolo VRRP foi mais rápido para detectar a falha no enlace e definir um novo gateway padrão, em função dos tempos menores que utiliza para mensagens periódicas e *holdtime*. As estações clientes experimentaram um tempo sem conexão, em média, 50% menor com o protocolo VRRP configurado. Apesar do maior uso de recursos do roteador, essa diferença não foi significativa a ponto de comprometer o desempenho da rede. Com a performance apresentada nos testes realizados, e as vantagens de estar disponível em plataformas Linux e possuir balanceamento de carga nativo, ao contrário do HSRP, o protocolo VRRP apresentou-se como uma solução viável e eficiente para infraestruturas de rede que empregam soluções de diferentes fabricantes, incluindo *Cisco Systems*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CISCO SYSTEMS, Inc. (San Jose). **Cisco Configuration Professional User Guide**. 2013. Version 2.7. Disponível em: <http://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/net_mgmt/cisco_configuration_professional/v2_7/olh/ccp.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2015.

LI, Dawn et al. **Cisco Hot Standby Router Protocol (HSRP)**. RFC 2281. 1998.

MAIA, Luiz Paulo. **Arquitetura de Redes de Computadores**. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

NADAS, Stephen. **Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) Version 3 for IPv4 and IPv6**. RFC 5798. 2010.

PAULINO, Ricardo Júlio Matos. **Redes de Computadores de Alta Disponibilidade**. 2010. 243 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, Instituto Politécnico de Setúbal, 2010.

SHINN, Swe Kyawt. Fault Tolerance Virtual Router for Linux Virtual Server. In: **Future Networks, 2009 International Conference on**. IEEE, 2009. p. 273-275.