

Protocolos de Redundância de Gateway – HSRP, GLBP e VRRP.

Escrito por Lucas Montarrios,
Engenheiro de Redes da HostDime Brasil
CCNP (300-115/300-101) | ITIL Foundation | IPv6 Engineer

RESUMO

A concepção de novas tecnologias que tornem o ambiente tolerante a falhas foi necessária devido a atual dificuldade em manter dados altamente disponíveis. Visando esta necessidade, este artigo foi elaborado com o objetivo de comparar protocolos que forneçam esta característica no contexto gateway redundante. Para isso foram estudados os protocolos HSRP, GLBP e VRRP. Os resultados obtidos durante os testes e estudos apontam qual protocolo converge mais rápido e suas principais características e semelhanças.

Palavras-chave: HSRP. GLBP. VRRP. Redundância. Protocolo de gateway redundante.

ABSTRACT

The designing of new technologies that make a tolerant environment to flaws was necessary due to the current difficulty in maintain highly available data. In order to aim this need, this article was written with the purpose of comparing protocols that provide this feature in redundant gateway context. Based on that, the HSRP, GLBP and HSRP protocols were studied. The results obtained during the tests and studies indicate which protocol converges faster and its main characteristics and similarities.

Keyword: HSRP. GLBP. VRRP. Redundancy. Redundant gateway protocol.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Nelio (2002, p. 5) com o passar do tempo a internet vem tendo um crescente avanço, necessitando que as redes ampliem seu desempenho e assim surjam novas tecnologias. Tendo como base que os dados transmitidos dentro de uma LAN ou WAN podem ser de alta criticidade é necessário o uso de enlaces redundantes provendo assim uma alta disponibilidade.

Com as redes e hardwares se tornando cada vez mais rápidos a custos atrativos, depende-se cada vez mais de sistemas computacionais para realizar tarefas críticas, cuja falha acarretaria em prejuízos materiais, financeiros, e até em perda de vidas humanas. Visto que falhas acontecem, técnicas são usadas para garantir a disponibilidade destes serviços, mesmo em caso de erros. Estas técnicas podem ser tanto no nível de hardware como no de software.

Desta forma podemos eliminar pontos únicos de falha (Single Point of Failures – SPOF). E prover um serviço com maior qualidade e segurança aos dados.

Este artigo tem como finalidade explicar o funcionamento do FHRP (First Hop Redundancy), focando os protocolos mais utilizados, HSRO, VRRP e GLBP. Baseado em estudos realizados anteriormente os protocolos serão comparados com o intuito de

demonstrar qual consegue definir quem será o novo gateway mais rápido, quando houver alguma falha.

Tabela 1. Informações básicas dos protocolos de FHRP.

Protocolo	Forma de Endereçamento	Balaceamento	Tempo padrão
HSRP	IP e MAC idênticos em cada roteador	Não é nativo	3s (Hello) 10s. (Hold)
VRRP	Um ou mais IP e MAC virtuais. IPs e MACs reais podem ser utilizados	IP do gateway	1s (LSA) 3s. (Hold)
GLBP	Um IP Virtual e vários MACs virtuais identificando roteadores do grupo	MAC	3s (Hello) 10s. (Hold)

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

2. METODOLOGIA

O Artigo a seguir foi baseado em artigos acadêmicos, publicações, livros sobre a tecnologia em questão e testes no simulador GNS3, com uma topologia formada por dois roteadores, um switch e um computador com VirtualBox. A pesquisa foi baseada nos protocolos rodando em equipamentos da marca Cisco, comandos, funções e sistemas operacionais citados levam isto como base. Os dados extraídos foram analisados e o critério de comparação foi o tempo de convergência que cada gateway levou para se recuperar. Concluindo qual protocolo é mais eficiente quanto a recuperação.

3. PROTOCOLOS DE GATEWAY REDUNTANTES

A redundância de primeiro salto ocorre quando temos disponível dois ou mais gateways que suportem configurações de protocolos do mundo FHRP. O gateway é um dos parâmetros que inserimos quando desejamos acessar alguma LAN ou acessar alguma rede através da WAN, como a própria internet, é nele onde estão contidas as rotas. Para garantir o backup do gateway são utilizados protocolos que oferecem alta disponibilidade como HSRP. VRRP e GLBP.

3.1 HSRP (Hot-Standby Routing Protocol)

Protocolo proprietário da Cisco, e regulamentado pela RFC 2281, roda apenas em elementos da marca Cisco, abrange configurações de roteadores em grupos com endereçamento IP e MAC distintos, possibilitando que uma mesma rede possua vários gateways. Um

endereço IP e MAC Virtual são fornecidos aos roteadores, sendo idêntico para todos os roteadores do mesmo domínio, entretanto, os hosts da rede conhecem apenas um gateway virtual.

Os roteadores que executam o HSRP trocam informações de HSRP através de pacotes hello. Os pacotes são encaminhados via multicast através do endereço 224.0.0.2 ou 224.0.0.102, vai depender da versão, na porta 1985 ou 1995 respectivamente (UDP). Um roteador que tiver a maior prioridade será eleito como o roteador ativo e todo o tráfego é encaminhado para ele, no caso do roteador ativo falhar o roteador eleito como standby assumirá a tarefa de encaminhamento de pacotes.

Tabela 2. Termos do HSRP

Termo	Definição
Roteador ativo	Roteador responsável pelo encaminhamento dos pacotes.
Roteador standby	O roteador de backup principal.
Grupo standby	O conjunto de roteador que participa no HSRP e comumente emula um roteador virtual.
Hello time	O intervalo entre mensagens sucessivas do HSRP hello de um roteador dado.
Tempo de contenção	O intervalo entre o recebimento de uma mensagem Hello e a presunção que o roteador de emissão falhou.

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

3.1.1 Preempção

A preempção permite que o roteador com prioridade maior torne-se imediatamente o roteador ativo, este valor pode ser configurado ou então será definido pelo maior endereço IP.

3.1.2 Acompanhamento de interface

O HSRP permite o acompanhamento do status do protocolo de linha da interface, caso ele seja desativado a prioridade deste gateway será diminuída, assim o outro roteador com a prioridade maior ficará ativo. O comando utilizado para configurar o acompanhamento de interface é o:

```
standby [group] track interface [priority]
```

3.1.3 Multiple HSRP

(Shinn, 2009, pp.274). afirma que “Embora o HSRP não possua balanceamento de carga nativo, é possível implementá-lo criando vários grupos com IP Virtuais distintos.”

Quando criamos dois ou mais grupos numa mesma interface com endereços de gateway diferentes configurados nos hosts e grupos com prioridades diferentes, estamos utilizando o MHSRP (Multiple HSRP) que permite que enquanto um roteador estiver encaminhando tráfego para um grupo ele poderá está em outro estado como de espera para outro grupo. Também é utilizado para balanceamento de carga. Esta função está disponível apenas a partir do Cisco IOS 12.0(3.4)T, sistema operacional dos roteadores da Cisco.

3.1.4 Autenticação

Este recurso faz com que o roteador de menor prioridade tenha conhecimento do endereço ip do gateway que está em standby e dos valores de crômetro em standby do roteador com prioridade mais alta.

3.1.5 Estado de HSRP

O Hot-Standby passa por alguns estados que podem auxiliar no momento em que houver uma falha na rede e seja necessário saber o status do roteador, auxiliando na realização de troubleshooting.

Tabela 3. Estados de HSRP

Estado	Definição
Initial	Este é o estado que ocorre no início. Este estado indica que o HSRP não é executado. Este estado está incorporado através de uma alteração de configuração ou quando uma relação tornar-se primeiramente disponível.
Learn	O roteador não determinou o endereço IP de um ou mais Servidores Cisco ICM NT virtual e não viu ainda um mensagem de hello autenticada do roteador ativo. Neste estado, o roteador ainda espera para ouvir-se do roteador ativo.
Listen	O roteador conhece o endereço IP de um ou mais servidores Cisco ICM NT virtual, mas o roteador não é o roteador ativo nem o roteador em standby. Ele escuta mensagens de saudação daqueles roteadores.
Speak	O roteador envia mensagens de hello periodicamente e participa ativamente na eleição do ativo e/ou standby. Um roteador não pode entrar e falar o estado a menos que o roteador tiver o endereço IP de Um ou Mais ICM NT virtual.
Standby	O roteador é um candidato a transformar-se o roteador ativo seguinte e envia mensagens de hello periódico. Com a exclusão das condições transitórias, há, no máximo, um roteador no grupo no estado à espera.
Active	Os pacotes são enviados ao endereço MAC Virtual do grupo. O roteador envia mensagens de hello periódico. Com a exclusão das condições transitórias, deve haver, no máximo, um roteador no estado ativo no grupo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

3.2 GLBP (Gateway Load Balance Protocol)

Criado pela Cisco em 2005 é um protocolo que por padrão permite balanceamento de carga além da redundância de gateway. O GLBP também possui um IP Virtual entre os roteadores, entretanto ele é capaz de atribuir vários endereços MAC ao endereço IP Virtual configurado, essa é sua principal diferença dos demais protocolos. Os hosts na rede conhecerão apenas um gateway.

Conforme dito por Satapati (2004, p.02) o encaminhamento de pacotes no GLBP é feito tanto pelo roteador ativo quanto pelo roteador encaminhador.

No GLBP existem dois tipos de gateways ativos: o Gateway Virtual Ativo (AVG) e o Gateway Virtual Encaminhador (AVF). O AVG é eleito pelo grupo e os AVF são seus os demais roteadores que não foram eleitos como backup. A cada solicitação ARP feita ao AVG é devolvido o MAC Virtual de outro roteador AVF. Com este mecanismo, o endereço MAC do gateway armazenado na tabela ARP do

cliente não é o mesmo em todas as estações, permitindo o balanceamento da carga.

O AVG ao encaminhar o MAC de outros roteadores permite que o balanceamento de carga seja realizado, também faz com que o gateway seja usual sempre que disponível, não o deixando ocioso.

Além dos dois tipos de roteadores citados também temos o SVG (Standby Virtual Gateway), em caso de falha de um AVG o SVG que assumirá a função de responder as solicitações ARP com o MAC dos AVFs. Caso o equipamento que tenha falhado normalizar ele não será eleito novamente AVG automaticamente, para isso, será necessário realizar uma configuração nos equipamentos, ou de ultimo caso reiniciar o processo GLBP.

Importante estar ciente que o Gateway Load permite um máximo de quatro roteadores por grupo, pela sua limitação de definir apenas quatro MACs Virtuais.

3.2.1 Encaminhador Virtual

O gateway ativo atribui MAC Virtual a cada membro do grupo, que serão chamados de remetente preliminar virtual (PVF) ou AVF se o MAC for atribuído diretamente pelo médio. Este membro também será o encaminhador virtual (SVF) para os endereços MAC atribuídos ao restante dos membros.

Quando ocorre a falha em algum PVF para um endereço MAC Virtual, algum dos SVFs se responsabilizará por aquele endereço MAC, ou seja, o membro será PVF para dois endereços MACs (um atribuído pelo processo, através do AVG e o outro após a falha de um membro). Por padrão a preempção já vem habilitada no encaminhador virtual, porém não no gateway virtual.

O GLBP tem o mesmo tempo de hello e hold que o HSRP, 3 e 10 segundos respectivamente. Essa configuração é realizada no modo de interface e pode fornecer um melhor desempenho na convergência do protocolo.

3.2.2 Ponderação e Rastreamento

O GLBP utiliza de um artifício que faz a ponderação da capacidade de encaminhamento que cada equipamento do grupo possui. A ponderação define se um roteador irá ou não encaminhar pacotes e caso afirmativo a proporção de hosts na rede local que encaminhará os pacotes. Prelúdios podem ser realizados para desativar o encaminhamento caso ocorra uma ponderação abaixo de um valor pré-configurado e quando ele está acima de outro limite, automaticamente o encaminhamento é reativado.

Interfaces podem ser rastreadas e caso elas fiquem fora de operação, a ponderação do grupo GLBP é reduzida por um valor especificado.

3.2.3 Autenticação

Um esquema de autenticação em texto puro pode ser utilizado entre os membros de um grupo GLBP com o intuito de detectar erros de configuração. Um roteador com uma cadeira de autenticação diferente de outros roteadores será ignorado pelos membros do grupo.

3.2.4 Estado de GLBP

O GLBP possui estados semelhantes para o AVG e o AVF, que diferem apenas alguns detalhes.

Um AVG pode atingir os seguintes estados:

Tabela 4. Estado de GLBP – AVG

Estado	Definição
Disabled	Indica que o endereço IP virtual não foi configurado ou aprendido ainda, mas outra configuração GLBP existe.
Initial	O endereço IP virtual foi configurado ou aprendido, mas a configuração do gateway virtual não está completa. Uma interface deve ser instalada e uma rota IP configurada. IP deve ser configurado na interface.
Listen	Gateway Virtual está recebendo pacotes de hello e está pronto para mudar para o estado "Speak" se o gateway virtual ativo ou de espera ficar indisponível.
Speak	Gateway Virtual está a tentar tornar-se o ativo ou o modo de espera do gateway virtual.
Standby	Espera-Indica que o gateway é o próximo na linha para ser a porta de entrada virtual ativa (AVG).
Active	Indica que este gateway é o AVG, e que é responsável por responder a Address Resolution Protocol (ARP) para o endereço IP virtual.

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Já o AVF pode assumir os seguintes estados:

Tabela 5. Estados de GLBP – AVF

Estado	Definição
Disabled	Indica que o endereço MAC virtual não foi atribuído ou aprendido. Este é um estado transitório, porque um encaminhador virtual mudando para um estado desabilitado ele será excluído.
Initial	O endereço MAC virtual é conhecido, mas a configuração de encaminhador virtual não está completa. Uma interface deve ser instalado e configurado para IP rota, um endereço de IP da interface deve ser configurado, e o endereço IP virtual deve ser conhecido.
Listen	VFG está recebendo pacotes de hello e está pronto para mudar para o estado "ativo" se o remetente virtuais ativas (FAV) torna-se indisponível.
Active	VFG está recebendo pacotes de hello e está pronto para mudar para o estado "ativo" se o remetente virtuais ativas (FAV) torna-se indisponível.

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

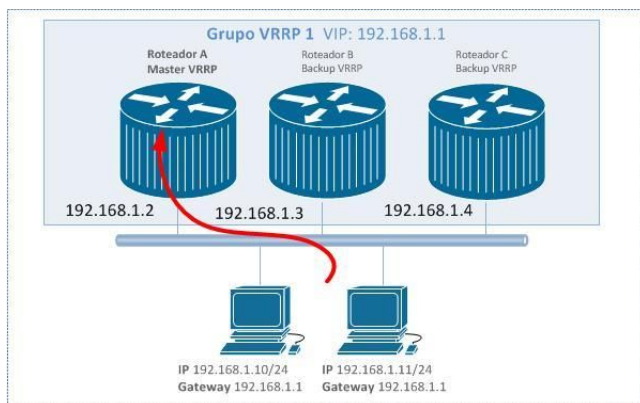
3.2 VRRP (Virtual Routing Redundancy Protocol)

Protocolo não proprietário proposto pelo IETF (Internet Engineering Task Force) e detalhado pela RFC 3768. “Neste protocolo os endereçamentos reais e virtuais podem participar efetivamente do mecanismo de redundância” (KRAEMER, 2010, p.10).

O VRRP permite que um grupo compartilhe de um único endereço IP virtual, o qual será configurado nos hosts da rede como o gateway.

Os roteadores que pertencem a rede com VRRP configurado trocam mensagens através de LSAs (Link-State Advertisement), que são similares ao hello. O roteador principal designado como mestre tem como uma de suas funções realizar o encaminhamento dessas mensagens para os roteadores de backup.

Figura 1. VRRP – Master e Backup [6]

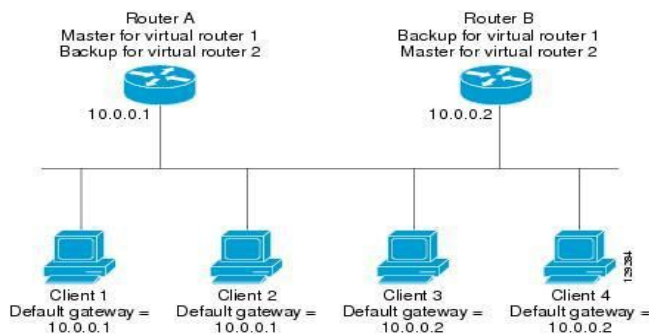


Fonte: site comutadores.com.br

3.3.1 Suporta a vários Roteadores Virtuais

É possível configurarmos até 255 roteadores virtuais em uma interface física de um roteador. O número real de roteadores virtuais que será possível implementar vai variar de acordo com as a capacidade de processamento e memória e se a interface oferece suporte a vários endereços MAC. Nesse tipo de cenário uma interface pode operar como Mestre para um roteador e como backup para os demais.

Figura 2. – Load Sharing and Redundancy VRRP Topology



Fonte: Site da Cisco.

http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/ipapp_fhrp/configuration/x3s/fhrp-xe-3s-book.pdf

Acessado em Maio de 2015

3.3.2 Prioridade e Preempção

Um ponto bastante importante no esquema de redundância VRRP é a prioridade do roteador. Esse parâmetro é que irá definir qual o papel do roteador e o que acontece se o Virtual Gateway falhar. A prioridade pode ser configurada com um valor de 1 a 254 através do comando:

vrrp priority

Por padrão a preempção vem ativada, portanto caso o roteador mestre fique inoperante o gateway backup com maior prioridade irá assumir a função de mestre.

É possível desativar a preempção com o comando:

no vrrp preempt

Ao desativar a preferência, quando o roteador mestre que ficou inoperante voltar a ficar operante ele irá se tornar o mestre novamente.

3.3.3 Rastreamento VRRP

O VRRP faz rastreamento de objetos assim como o Hot Standby Router Protocol (HSRP) e o Gateway Load Balancing Protocol (GLBP), agindo quando o estado do objeto muda.

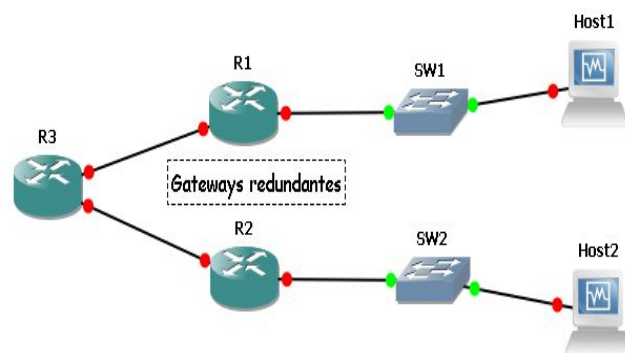
Periodicamente o processo faz pesquisas de objetos rastreados e observa qualquer mudança de valor, caso alguma mudança seja notada uma comunicação é feita imediatamente ou após um tempo pré-determinado.

É possível fazer o acompanhamento de objetos individuais, como o estado do protocolo de linha da interface, acessibilidade de uma rota, ou o estado de uma rota IP. A prioridade será incrementada ou decrementada com base no objeto rastreado

4. CENÁRIO E ANÁLISE

A topologia utilizada como cenário de testes está representada na figura 3.

Figura 3. Topologia de Gateways redundantes.

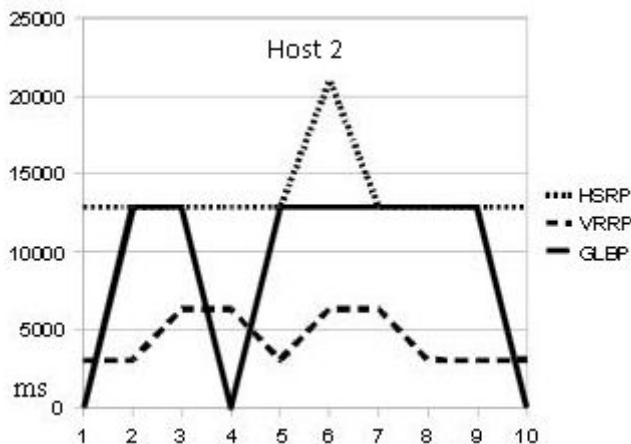


Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Para criação do cenário da figura 3 foi utilizado um simulador gráfico de redes (GNS3 V 0.8.7). Os equipamentos denominados R1 e R2 receberam as configurações dos protocolos de gateway redundante. Os resultados foram avaliados com base no ICMP (Comando Ping) e foram feitas 10 interrupções para cada protocolo, permitindo assim dados mais assertivos.

O ponto de análise é o tempo de convergência que os gateways redundantes levam para se recuperarem de uma parada brusca. Com os testes encerrados podemos concluir que no momento da falha forçada tanto o GLBP quanto o HSRP tiveram o mesmo tempo para que o novo gateway padrão assumisse, 13 segundos. No entanto o VRRP mostrou ser muito mais eficiente nesse aspecto levando apenas 3 segundos para recuperação.

Figura 4. Interrupção do Gateway Padrão



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

O VRRP reagiu mais rapidamente ao perder comunicação com o enlace devido ao seu algoritmo e temporizadores que faz com que tenha uma reação mais rápida ao perceber uma falha de comunicação no enlace de rede. A média de tempo no VRRP é de apenas 3 segundos enquanto do HSRP e GLBP é de 10 segundos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer desta pesquisa demonstrou-se a importância de termos a redundância de gateway numa rede de computadores, fornecendo maior segurança aos dados críticos de organizações com uma alta disponibilidade da rede. Além da redundância os protocolos permitem que seja configurado o mecanismo de balanceamento de carga (load balancing), evitando que algum equipamento fique ocioso na rede, não desperdiçando recursos.

Padrões de temporizadores e mensagens de estado podem ser alterados mediante estudo prévio, possibilitando assim um melhor desempenho do protocolo. O que torna estes protocolos bastante interessantes é que para as estações de trabalho todo o processo é transparente, pois as máquinas tem conhecimento apenas do IP Virtual, que continuará o mesmo quando um roteador secundário

assumir função de principal. O custo é uma característica muito importante. Mais uma vez o VRRP sai na frente nesse aspecto por ser um protocolo aberto que está disponível em plataformas Linux.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Cisco Systems, inc. 2000. First Hop Redundancy Protocols Configuration Guide, Cisco IOS XE Release 3S. http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/ipapp_fhrp/configuration/xe-3s/fhrp-xe-3s-book.pdf
- [2] Cisco Systems, inc. 2008. Recursos e Funcionalidade do Protocolo de Roteamento de Hot-Standby. http://www.cisco.com/cisco/web/support/BR/8/82/82945_hsrpguidetoc.html
- [3] Vogels W., Dumitriu D., Birman K., Gamache R., Massa M., Short R., Vert J., Barrera J., Gray J. (1998). The Design and Architecture of the Microsoft Cluster Service - A Practical Approach to High-Availability and Scalability. [4]
- [5] Lefèvre, L., Neira, P. and Gasca, R. M. (2006). High Availability support for the design of stateful networking equipments. In IEEE Computer Society, pages 254-261. Proceedings of the First International Conference on Availability, Reability and Security..
- [6] KRAEMER, Alessandro; GOLDMAN, Alfredo; VILAR, Kaio. Tolerância a Falhas utilizando Protocolos de Gateway Redundantes. Anais da I Escola Regional de Alto Desempenho, São Paulo, n.1, p. 9-12, 2010.
- [7] Figura 1. VRRP – Master e Backup. <http://www.comutadores.com.br/wp-content/uploads/2012/11/Grupo-VRRP.jpg>. Último acesso em Maio de 2015.
- [8] FOROUZAN, B. A.; SOPHIA C. F. Protocolo TCP/IP. 3. ed. Brasil: McGraw Hill, 2008.