

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA – SWITCHES

1 SWITCH

Todos os switches objeto deste fornecimento deverão ser do mesmo fabricante e serem entregues com todas as licenças de software necessárias à implementação de todos os recursos e protocolos apresentados nesse TR.

Deverá ser apresentada descrição detalhada, inclusive com códigos do fabricante, de todos os módulos, fontes e acessórios.

O sistema operacional utilizado em todos os modelos de switches especificados nesse item 1 deverá ser modular e o mesmo para todos os tipos de switches.

Cada equipamento deverá ser, novo, sem uso, não descontinuado pelo fabricante na data de entrega e com acabamento apropriado. Mesmo não descontinuado, caso o fabricante já tenha lançado produto equivalente atualizado tecnologicamente, este mais atualizado deverá ser fornecido.

A proponente deverá apresentar o certificado de homologação da ANATEL, conforme Resolução 242, de cada equipamento proposto. O certificado deverá estar válido na data de entrega. Quando a certificação se aplicar a componentes da solução, esta também deverá ser apresentada.

1.1 CORE CHASSI

O equipamento deverá ser composto de um único chassi modular, com as seguintes características:

1. No mínimo 10 (dez) slots para inserção de módulos de rede, módulos de gerenciamento e switch fabric.
1. Cada módulo de interface deve possuir LEDs de status de atividade e falhas.
2. Possuir switch fabric redundante.
3. Possuir módulo de gerenciamento/supervisão redundante.
4. Possuir uma porta de console com conector RJ-45 ou DB9 macho.
5. Possuir fontes de alimentação AC redundantes e hot swappable, onde a falha de uma fonte não deve implicar na parada de nenhuma função do chassis. As fontes deve trabalhar em load sharing.
6. Suportar fontes de alimentação DC, operando a -48 VDC.
7. Possuir um porta 10/100/1000 com conector RJ-45 para gerencia out of band do equipamento.

28/10/2014

8. Possuir bandeja de ventiladores hot swappable, que pode ser substituída sem que seja necessário desligar o equipamento, interromper seu funcionamento ou ter que retirar qualquer módulo mesmo com o chassis completamente preenchido com módulos de interface, gerenciamento e switch fabric.
9. Atender, no mínimo:
 - Capacidade de comutação de 1,2 Tbps;
 - 40 Gbps full duplex (80 Gbps) de throughput com o backplane; e
 - Taxa de encaminhamento de pacotes de no mínimo 720 Mpps, utilizando pacotes de 64 bytes.
10. Implementar switching L2 e L3 localmente nos módulos de interface. O equipamento deverá ser fornecido com todos os componentes necessários para atender essa funcionalidade.
11. Permitir a substituição completa do sistema operacional por outra atualizada sem impacto no funcionamento dos seguintes protocolos: Spanning-Tree Protocol, OSPF e BGP.
12. CAPACIDADE DE PORTAS
 - **Gigabit Ethernet em UTP 10/100/1000 Base-T**
Capacidade: até 528 (quinhentas e vinte e oito) portas; e
Fornecido com: mínimo 96 (noventa e seis) portas.
 - **Gigabit Ethernet 1000Base-X nonblocking, baseadas em mini-GBIC**
Capacidade: até 400 (quatrocentas) portas; e
Fornecido com: mínimo 24 (vinte e quatro) portas.
 - **10G Base-X baseadas em XFP ou SFP+**
Capacidade: até 192 (cento e noventa e duas) portas; e
Fornecido com: mínimo 24 (vinte e quatro) portas.
 - **40G Base-X baseadas em QSFP+**
Capacidade: até 16 (dezesseis) portas; e
Fornecido com: mínimo 06 (seis) portas.
13. Suportar XFPs Tunable DWDM.
14. Suportar a adição futura de módulos que implementem a funcionalidade de Power over Ethernet segundo o padrão 802.3af.
15. Implementar agregação de links conforme padrão IEEE 802.3ad com, no mínimo, 64 (sessenta e quatro) grupos, sendo 8 links agregados por grupo.
16. A implementação desse load sharing deverá permitir a criação de trunks utilizando interfaces em slots diferentes.
17. Permitir o espelhamento de tráfego entre diferentes módulos do equipamento.
18. Suportar o armazenamento de, no mínimo, 128.000 (cento e vinte e oito mil) endereços MAC, na sua configuração mais completa.
19. Implementar, no mínimo, 40.000 (quarenta mil) regras de ACL de saída (egress ACLs) e/ou entrada (ingress ACLs).
20. Implementar MPLS, RSVP-TE, LDP, VPLS, VPWS e L3VPN.
21. Suportar DDMI (Digital Diagnostics Monitoring Interface) nas portas 10Gbps Ethernet XFP.

22. Implementar VRF (Virtual Routing Forwarding);
23. Implementar túneis GRE.
24. Implementar agregação de links conforme padrão IEEE 802.3ad com suporte a LACP.
25. Em conjunto com outro equipamento de mesmo modelo, deverá permitir que um switch conectado aos dois, tenha a possibilidade de agregação de links (IEEE 802.3ad) com suporte a LACP com os mesmos, de forma a simular a existência de apenas um único link lógico entre este equipamento e os dois switches do modelo aqui especificado (Multi-Chassis Trunking, por exemplo). O único link lógico entre as camadas deve eliminar convergência do Spanning Tree, possibilitando o tráfego simultâneo por mais de uma conexão.
26. Implementar jumbo frames em todas as portas ofertadas, com suporte a pacotes de até 9216 Bytes.
27. Implementar IGMP v1, v2 e v3 Snooping.
28. Implementar IGMPv1 (RFC 1112), IGMP v2 (RFC 2236), IGMPv3 (RFC 3376).
29. Implementar MLD Snooping v1 e v2.
30. Implementar MVR (Multicast VLAN Registration).
31. Implementar DHCP/Bootp relay.
32. Implementar servidor DHCP interno que permita a configuração de um intervalo de endereços IP a serem atribuídos os clientes DHCP.
33. Implementar Spanning-Tree (IEEE 802.1d), Rapid Spanning Tree (IEEE 802.1w) e Multiple Instance STP (802.1s) e PVST+.
34. Implementar funcionalidade vinculada ao Spanning-Tree onde é possível designar portas de acesso (por exemplo onde estações estão conectadas) que não sofram o processo de Listening-Learning, passando direto para o estado de Forwarding. No entanto, as portas configuradas com esta funcionalidade devem detectar loops na rede normalmente.
35. Implementar funcionalidade vinculada ao Spanning-Tree que evite a eleição de outros switches da rede como Root.
36. Implementar funcionalidade vinculada ao Spanning-Tree que permita desabilitar uma porta de acesso assim que a mesma receba uma BPDU.
37. Implementar 4094 VLANs por porta, ativas simultaneamente, através do protocolo 802.1Q.
38. Implementar Private VLANs.
39. Implementar EAPS (RFC 3619) ou protocolo similar de resiliência em camada 2, específico para topologias em anel, que permita tempo de convergência inferior a 200 ms.
40. Implementar IEEE 802.1ab Link Layer Discovery Protocol (LLDP);
41. Implementar LLDP-MED (Media Endpoint Discovery), segundo ANSI/TIA-1057, Draft 08.
42. Implementar roteamento estático com suporte a, no mínimo, 1000 rotas.
43. Implementar, no mínimo, 512 interfaces IP (v4 ou v6).
44. Implementar protocolos de roteamento IP: RFC 1058 – RIP v1 e RFC 2453 – RIP v2.
45. Implementar protocolo de roteamento OSPF v2 incluindo autenticação MD5.
46. A implementação de OSPF e rotas estáticas deve incluir ECMP (Equal Cost Multi Path).

47. Implementar:
 - PIM Snooping;
 - PIM-DM;
 - PIM-SSM;
 - MSDP (Multicast Source Discovery Protocol); e
 - VRRPv3 (RFC 5798) ou similar.
48. Deverá implementar BGP v4.
49. A implementação de BGP deverá incluir ECMP (Equal Cost Multi Path).
50. A implementação de BGP deverá permitir, no mínimo, 512 peers e 500.000 rotas.
51. Deve implementar Dual Stack, ou seja IPv6 e IPv4.
52. Deverá implementar os seguintes protocolos em IPv6:
 - Ping;
 - Traceroute;
 - Telnet; e,
 - SSH-2.
53. Implementar OSPFv3 conforme RFC 2740.
54. Implementar IPv6 em hardware.
55. Implementar Policy Based Routing.
56. Implementar upload e download de configuração em formato ASCII ou XML, permitindo a edição do arquivo de configuração e, posteriormente, o download do arquivo editado para o equipamento.
57. Implementar TACACS+ segundo a RFC 1492 não sendo aceitas soluções similares.
58. Implementar autenticação RADIUS com suporte a:
 - RADIUS Authentication;
 - RADIUS Accounting; e
 - RADIUS EAP support for 802.1X.
59. A implementação de RADIUS e TACACS+ deverá estar disponível para autenticação de usuários via Telnet e Console serial.
60. Implementar RADIUS e TACACS+ per-command authentication.
61. Implementar os seguintes grupos de RMON através da RFC1757:
 - History;
 - Statistics;
 - Alarms; e
 - Events.
62. Implementar sFlow ou Netflow, em hardware. Não serão aceitas soluções similares.
63. Implementar a atualização de imagens de software e configuração através de um servidor TFTP.
64. Suportar múltiplos servidores Syslog.
65. Implementar ajuste de clock do equipamento utilizando NTP com autenticação MD5 ou SNTP.
66. Deverá implementar ajuste de relógio do equipamento utilizando NTP com autenticação MD5 ou SNTP.
67. Implementar Port Mirroring e RSPAN (Remote Mirroring).
68. Suportar transferência de arquivos através dos protocolos TFTP e SCP.

69. Implementar gerenciamento via web com suporte a HTTP e HTTPS/SSL. Esta funcionalidade deve ser implícita ao equipamento.
70. Implementar protocolo de monitoramento de status de comunicação entre dois switches, que possibilite que uma porta seja desabilitada caso seja detectada uma falha de comunicação entre os dois peers.
71. Implementar funcionalidade que permita sua autoconfiguração através dos protocolos DHCP e TFTP, permitindo o provisionamento em massa com o mínimo de intervenção humana.
72. Implementar Rate Limiting de entrada em todas as portas. A granularidade deverá ser configurável em intervalos de 64kbps para portas de até 1Gbps. Caso o equipamento ofertado possua suporte a portas 10Gbps, a granularidade para este tipo de interface deverá ser configurável em intervalos de 1Mbps. A implementação de Rate Limiting deverá permitir a classificação do tráfego utilizando-se ACLs e parâmetros, MAC origem e destino (simultaneamente) IP origem e destino (simultaneamente), portas TCP, portas UDP e campo 802.1p.
73. Implementar Rate Shaping de saída em todas as portas. A granularidade deverá ser configurável em intervalos de 64kbps para portas de até 1Gbps. Caso o equipamento ofertado possuir suporte a portas 10Gbps, a granularidade para este tipo de interface deverá ser configurável em intervalos de 1Mbps.
74. A funcionalidade de Rate Shaping deverá permitir a configuração de CIR (Committed Rate), banda máxima, banda mínima e peak rate.
75. Implementar a leitura, classificação e remarcação de QoS (802.1p e DSCP).
76. Implementar remarcação de prioridade de pacotes Layer 3, remarcando o campo DiffServ para grupos de tráfego classificados segundo portas TCP e UDP, endereço/subrede IP, VLAN e MAC origem e destino.
77. Implementar 8 filas de prioridade em hardware por porta.
78. Implementar os algoritmos de gerenciamento de filas WRR (Weighted Round Robin), WDRR (Weighted Deficit Round Robin) e SP (Strict Priority).
79. Implementar classificação de tráfego para QoS em Layer1-4 (Policy-Based Mapping) baseado em MAC origem e destino, IP origem e destino, TCP/UDP port, Diffserv, 802.1p
80. Implementar funcionalidade que permita que somente endereços designados por um servidor DHCP tenham acesso à rede.
81. Implementar funcionalidade que permita que somente servidores DHCP autorizados atribuam configuração IP aos clientes DHCP (Trusted DHCP Server).
82. Implementar Gratuitous ARP Protection.
83. Implementar detecção e proteção contra ataques Denial of Service (DoS) direcionados a CPU do equipamento por meio da criação dinâmica e automática de regras para o bloqueio do tráfego suspeito.
84. Implementar limitação de número de endereços MAC aprendidos por uma porta, para uma determinada VLAN.

85. Implementar travamento de endereços MAC, permitindo a adição estática de endereços para uma determinada porta ou utilizando os endereços existentes na tabela MAC. O acesso de qualquer outro endereço que não esteja previamente autorizado deverá ser negado.
86. Implementar login de rede baseado no protocolo IEEE 802.1x, permitindo que a porta do Switch seja associada a VLAN definida para o usuário no Servidor RADIUS.
87. A implementação do IEEE 802.1x deverá incluir suporte a Guest VLAN, encaminhando o usuário para esta VLAN caso este não possua suplicante 802.1x ativo, em caso de falha de autenticação e no caso de indisponibilidade do servidor AAA.
88. Implementar múltiplos suplicantes por porta, onde cada dispositivo deve ser autenticado de forma independente, podendo ser encaminhados à VLANs distintas. As múltiplas autenticações deverão ser realizadas através de IEEE 802.1x.
89. Implementar autenticação baseada em web, com suporte a SSL, através de RADIUS ou através da base local do switch.
90. Implementar autenticação baseada em endereço MAC, através de RADIUS ou através da base local do switch.
91. Implementar ACLs de entrada (ingress ACLs) em hardware, baseadas em critérios das camadas 2 (MAC origem e destino) e campo 802.1p, 3 (IP origem e destino) e 4 (portas TCP e UDP), em todas as interfaces e VLANs, com suporte a endereços IPv6. Deverá ser possível aplicar ACLs para tráfego interno de uma determinada VLAN.
92. As ACLs deverão ser configuradas para permitir, negar, aplicar QoS, espelhar o tráfego para uma porta de análise, criar entrada de log e incrementar contador.
93. Implementar a configuração de telefones IP de forma automática, permitindo a detecção do aparelho através do protocolo LLDP e a configuração de VLAN e QoS para a porta.
94. Implementar Policy Based Switching, ou seja, possibilitar que o tráfego classificado por uma ACL seja redirecionado para uma porta física específica.

1.2 DISTRIBUIÇÃO

1. A solução deve ser composta de um único equipamento, montável em rack 19" devendo este vir acompanhado dos devidos acessórios para tal. O equipamento poderá ser do tipo empilhável ou de chassis. Caso seja ofertado equipamento montado em chassis, desconsiderar os requisitos relativos ao empilhamento.
2. Possuir fonte de alimentação AC interna que trabalhe em 100V-240V, 50/60 Hz, com detecção automática de tensão e frequência, hot-swappable.
3. Possuir fonte de alimentação AC redundante interna, hot-swappable.
4. Suportar fontes de alimentação DC redundantes internas e hot-swappable.
5. Possibilitar que o equipamento funcione com uma fonte AC e uma fonte DC instaladas simultaneamente.
6. Possuir bandeja de ventiladores substituível em campo (field replaceable).
7. Atender, no mínimo:
 - Capacidade de comutação de 1.200 Gbps; e

- Taxa de encaminhamento de pacotes de no mínimo 850 Mpps, utilizando pacotes de 64 bytes.
- 8. Possuir porta de console com conector RJ-45 ou DB9 macho.
- 9. Possuir 48 portas 1/10GBASE-X ativas simultaneamente, baseadas em SFP+, devendo um mesmo slot suportar interfaces 10 Gigabit Ethernet 10GBASE-SR, 10GBASE-LR, 10GBASE-CR (Twinax). Essas interfaces deverão suportar a utilização de mini-GBICs (SFPs) Gigabit Ethernet 1000Base-SX e 1000Base-LX (10KM). Não é permitida a utilização de conversores externos.
- 10. Possuir 4 portas 40GBASE-X baseadas em QSFP+.
- 11. Todas as interfaces 10 Gigabit Ethernet e Gigabit acima devem funcionar simultaneamente.
- 12. Possuir além das portas acima citadas uma porta adicional 10/100 ou 10/100/1000 com conector RJ-45 para gerência out-of-band do equipamento.
- 13. Permitir empilhamento de até oito equipamentos e gerência através de um único endereço IP.
- 14. O empilhamento deve possuir arquitetura de anel para prover resiliência.
- 15. O empilhamento deve permitir a criação de grupos de links agregados entre diferentes membros da pilha, segundo 802.3ad.
- 16. O empilhamento deve suportar espelhamento de tráfego entre diferentes unidades da pilha.
- 17. A Memória Flash instalada deve ser suficiente para comportar no mínimo duas imagens do Sistema Operacional simultaneamente, permitindo que seja feito um upgrade de Software e a imagem anterior seja mantida.
- 18. Todas as interfaces ofertadas devem ser non-blocking.
- 19. Armazenar, no mínimo, 128.000 (cento e vinte e oito mil) endereços MAC.
- 20. Implementar agregação de links conforme padrão IEEE 802.3ad com, no mínimo, 64 grupos, sendo 16 links agregados por grupo.
- 21. Implementar 2048 regras de ACL de entrada (ingress ACLs).
- 22. Implementar 1024 regras de ACL de saída (egress ACLs).
- 23. Suportar os métodos de encaminhamento de frames "store-and-forward" e "cut-through".
- 24. Implementar agregação de links conforme padrão IEEE 802.3ad com suporte a LACP.
- 25. Em conjunto com outro equipamento de mesmo modelo, deverá permitir que um switch conectado aos dois, tenha a possibilidade de agregação de links (IEEE 802.3ad) com os mesmos, de forma a simular a existência de apenas um único link lógico entre este equipamento e os dois switches do modelo aqui especificado (Multi-Chassis Trunking, por exemplo). O único link lógico entre as camadas deve eliminar convergência do Spanning Tree, possibilitando o tráfego simultâneo por mais de uma conexão.
- 26. Implementar jumbo frames em todas as portas ofertadas, com suporte a pacotes de até 9216 Bytes.
- 27. Implementar IGMP v1, v2 e v3 Snooping.
- 28. Implementar IGMPv1 (RFC 1112), IGMP v2 (RFC 2236), IGMPv3 (RFC 3376).

29. Implementar MLD Snooping v1 e v2.
30. Implementar DHCP/Bootp relay.
31. Implementar servidor DHCP interno que permita a configuração de um intervalo de endereços IP a serem atribuídos os clientes DHCP.
32. Implementar Spanning-Tree (IEEE 802.1d), Rapid Spanning Tree (IEEE 802.1w) e Multiple Instance STP (802.1s)e PVST+.
33. Implementar funcionalidade vinculada ao Spanning-tree onde é possível designar portas de acesso (por exemplo onde estações estão conectadas) que não sofram o processo de Listening-Learning, passando direto para o estado de Forwarding. No entanto, as portas configuradas com esta funcionalidade devem detectar loops na rede normalmente.
34. Implementar funcionalidade vinculada ao Spanning-Tree que evite a eleição de outros switches da rede como Root.
35. Implementar funcionalidade vinculada ao Spanning-tree que permita desabilitar uma porta de acesso assim que a mesma receba uma BPDU.
36. Implementar 4094 VLANs por porta, ativas simultaneamente, através do protocolo 802.1Q.
37. Implementar Private VLANs.
38. Implementar EAPS (RFC 3619) ou protocolo similar de resiliência em camada 2, específico para topologias em anel, que permita tempo de convergência inferior a 200 ms.
39. Implementar IEEE 802.1ab Link Layer Discovery Protocol (LLDP).
40. Implementar LLDP-MED (Media Endpoint Discovery), segundo ANSI/TIA-1057, Draft 08.
41. Implementar roteamento estático com suporte a, no mínimo, 1000 rotas.
42. Implementar, no mínimo, 512 interfaces IP (v4 ou v6).
43. Implementar os protocolos de roteamento IP: RFC 1058 – RIP v1 e RFC 2453 – RIP v2.
44. Implementar o protocolo de roteamento OSPF v2, incluindo autenticação MD5.
45. A implementação de OSPF e rotas estáticas deve incluir ECMP (Equal Cost Multi Path).
46. Implementar:
 - PIM Snooping;
 - PIM-DM;
 - PIM-SSM;
 - MSDP (Multicast Source Discovery Protocol); e
 - VRRPv3 (RFC 5798) ou similar.
47. Deverá implementar BGP v4.
48. A implementação de BGP deverá incluir ECMP (Equal Cost Multi Path).
49. Deve implementar Dual Stack, ou seja IPv6 e IPv4.
50. Deverá implementar os seguintes protocolos em IPv6:
 - Ping;
 - Traceroute;
 - Telnet; e,
 - SSH-2.
51. Implementar OSPF para IPv6 (OSPFv3) conforme RFC 2740.
52. Implementar IPv6 em hardware.
53. Implementar Policy Based Routing.

54. Implementar upload e download de configuração em formato ASCII ou XML, permitindo a edição do arquivo de configuração e, posteriormente, o download do arquivo editado para o equipamento.
55. Implementar TACACS+ segundo a RFC 1492 não sendo aceitas soluções similares.
56. Implementar autenticação RADIUS com suporte a:
 - RADIUS Authentication;
 - RADIUS Accounting; e
 - RADIUS EAP support for 802.1X.
57. A implementação de RADIUS e TACACS+ deverá estar disponível para autenticação de usuários via Telnet e Console serial.
58. Implementar RADIUS e TACACS+ per-command authentication.
59. Implementar os seguintes grupos de RMON através da RFC1757:
 - History;
 - Statistics;
 - Alarms; e
 - Events.
60. Implementar sFlow ou Netflow, em hardware. Não serão aceitas soluções similares.
61. Implementar a atualização de imagens de software e configuração através de um servidor TFTP.
62. Suportar múltiplos servidores Syslog.
63. Implementar ajuste de clock do equipamento utilizando NTP com autenticação MD5 ou SNTP.
64. Deverá implementar ajuste de relógio do equipamento utilizando NTP com autenticação MD5 ou SNTP.
65. Implementar Port Mirroring e RSPAN (Remote Mirroring).
66. Suportar transferência de arquivos através dos protocolos TFTP e SCP.
67. Implementar gerenciamento via web com suporte a HTTP e HTTPS/SSL. Esta funcionalidade deve ser implícita ao equipamento.
68. Implementar protocolo de monitoramento de status de comunicação entre dois switches, que possibilite que uma porta seja desabilitada caso seja detectada uma falha de comunicação entre os dois peers.
69. Implementar funcionalidade que permita sua autoconfiguração através dos protocolos DHCP e TFTP, permitindo o provisionamento em massa com o mínimo de intervenção humana.
70. Implementar Rate Limiting de entrada em todas as portas. A granularidade deverá ser configurável em intervalos de 64kbps para portas de até 1Gbps. Caso o equipamento ofertado possua suporte a portas 10Gbps, a granularidade para este tipo de interface deverá ser configurável em intervalos de 1Mbps. A implementação de Rate Limiting deverá permitir a classificação do tráfego utilizando-se ACLs e parâmetros, MAC origem e destino (simultaneamente) IP origem e destino (simultaneamente), portas TCP, portas UDP e campo 802.1p.
71. Implementar Rate Shaping de saída em todas as portas. A granularidade deverá ser configurável em intervalos de 64kbps para portas de até 1Gbps. Caso o equipamento ofertado possuir suporte a portas 10Gbps, a granularidade para este tipo de interface

- deverá ser configurável em intervalos de 1Mbps.
72. A funcionalidade de Rate Shaping deverá permitir a configuração de CIR (Committed Rate), banda máxima, banda mínima e peak rate.
 73. Implementar a leitura, classificação e remarcação de QoS (802.1p e DSCP).
 74. Implementar remarcação de prioridade de pacotes Layer 3, remarcando o campo DiffServ para grupos de tráfego classificados segundo portas TCP e UDP, endereço/subrede IP, VLAN e MAC origem e destino.
 75. Implementar 8 filas de prioridade em hardware por porta.
 76. Implementar os algoritmos de gerenciamento de filas WRR (Weighted Round Robin), WDRR (Weighted Deficit Round Robin) e SP (Strict Priority).
 77. Implementar classificação de tráfego para QoS em Layer1-4 (Policy-Based Mapping) baseado em MAC origem e destino, IP origem e destino, TCP/UDP port, Diffserv, 802.1p
 78. Implementar funcionalidade que permita que somente endereços designados por um servidor DHCP tenham acesso à rede.
 79. Implementar funcionalidade que permita que somente servidores DHCP autorizados atribuam configuração IP aos clientes DHCP (Trusted DHCP Server).
 80. Implementar Gratuitous ARP Protection.
 81. Implementar detecção e proteção contra ataques Denial of Service (DoS) direcionados a CPU do equipamento por meio da criação dinâmica e automática de regras para o bloqueio do tráfego suspeito.
 82. Implementar limitação de número de endereços MAC aprendidos por uma porta, para uma determinada VLAN.
 83. Implementar travamento de endereços MAC, permitindo a adição estática de endereços para uma determinada porta ou utilizando os endereços existentes na tabela MAC. O acesso de qualquer outro endereço que não esteja previamente autorizado deverá ser negado.
 84. Implementar login de rede baseado no protocolo IEEE 802.1x, permitindo que a porta do Switch seja associada a VLAN definida para o usuário no Servidor RADIUS.
 85. A implementação do IEEE 802.1x deverá incluir suporte a Guest VLAN, encaminhando o usuário para esta VLAN caso este não possua suplicante 802.1x ativo, em caso de falha de autenticação e no caso de indisponibilidade do servidor AAA.
 86. Implementar múltiplos suplicantes por porta, onde cada dispositivo deve ser autenticado de forma independente, podendo ser encaminhados à VLANs distintas. As múltiplas autenticações deverão ser realizadas através de IEEE 802.1x.
 87. Implementar autenticação baseada em web, com suporte a SSL, através de RADIUS ou através da base local do switch.
 88. Implementar autenticação baseada em endereço MAC, através de RADIUS ou através da base local do switch.
 89. Implementar ACLs de entrada (ingress ACLs) em hardware, baseadas em critérios das camadas 2 (MAC origem e destino) e campo 802.1p, 3 (IP origem e destino) e 4 (portas TCP e UDP), em todas as interfaces e VLANs, com suporte a endereços IPv6. Deverá ser possível aplicar ACLs para tráfego interno de uma determinada VLAN.

90. As ACLs deverão ser configuradas para permitir, negar, aplicar QoS, espelhar o tráfego para uma porta de análise, criar entrada de log e incrementar contador.
91. Implementar a configuração de telefones IP de forma automática, permitindo a detecção do aparelho através do protocolo LLDP e a configuração de VLAN e QoS para a porta.
92. Implementar Policy Based Switching, ou seja, possibilitar que o tráfego classificado por uma ACL seja redirecionado para uma porta física específica.

1.3 ACESSO

1. A solução deve ser composta de um único equipamento, montável em rack 19" devendo este vir acompanhado dos devidos acessórios para tal. O equipamento poderá ser do tipo empilhável ou de chassis. Caso seja ofertado equipamento montado em chassis, desconsiderar os requisitos relativos ao empilhamento.
2. Possuir fonte de alimentação AC interna que trabalhe em 100V-240V, 50/60 Hz, com detecção automática de tensão e frequência, hot-swappable.
3. Possuir fonte de alimentação AC redundante interna, hot-swappable.
4. Suportar fontes de alimentação DC interna que opere a – 48 VDC a 60 VDC.
5. Possibilitar que o equipamento funcione com uma fonte AC e uma fonte DC instaladas simultaneamente.
6. Possuir bandeja de ventiladores substituível em campo (field replaceable) e hot swappable.
7. Atender, no mínimo:
 - Capacidade de comutação de 170 Gbps; e
 - Taxa de encaminhamento de pacotes de no mínimo 120 Mpps, utilizando pacotes de 64 bytes.
8. Possuir porta de console com conector RJ-45 ou DB9 macho.
9. Possuir leds indicativos de funcionamento da fonte de alimentação, ventiladores e status das portas.
10. Um mesmo miniGBIC- deverá suportar interfaces 100BASE-FX, 1000Base-SX, 1000Base-LX (10KM) e ZX(70Km), não sendo permitida a utilização de conversores externos.
11. Possuir 20 portas 100/1000BASE-X, baseadas em mini-GBIC, devendo um mesmo miniGBIC-Slot suportar interfaces 100BASE-FX, 1000Base-SX, 1000Base-LX (10KM) e ZX(70Km), não sendo permitida a utilização de conversores externos.
12. As interfaces 10 Gigabit Ethernet devem suportar 10GBASE-SR, 10GBASE-LR, 10GBASE-ER, 10GBASE-ZR. Não é permitida a utilização de conversores externos.
13. Possuir 8 portas 10/100/1000BASE-T com conector RJ-45.
14. Possuir no mínimo 2 portas 10GBASE-X, adicionais as portas solicitadas anteriormente, baseadas em SFP+.
15. Suportar interfaces 10 Gigabit Ethernet 10GBASE-SR, 10GBASE-LR, 10GBASE-ER e 10GBASE-ZR . Não é permitida a utilização de conversores externos.
16. Todas as interfaces Gigabit Ethernet e 10 Gigabit Ethernet acima devem funcionar simultaneamente.

17. Possuir além das portas acima citadas uma porta adicional 10/100 com conector RJ-45 para gerência out-of-band do equipamento.
18. Permitir empilhamento de até oito equipamentos e gerência através de um único endereço IP (até 40 Km).
19. O equipamento deve possuir duas portas específicas para empilhamento com velocidade de pelo menos 20 Gbps cada (ou 10 Gbps Full Duplex), totalizando 40 Gbps (ou 20 Gbps full-duplex).
20. Deve ser fornecido um cabo de empilhamento de no mínimo, 50 cm, por equipamento.
21. O equipamento deve suportar a instalação simultânea de 2 portas de empilhamento e 2 portas de uplink 10Gbps Ethernet.
22. O empilhamento deve possuir arquitetura de anel para prover resiliência.
23. O empilhamento deve permitir a criação de grupos de links agregados entre diferentes membros da pilha, segundo 802.3ad. Caso seja ofertado um equipamento do tipo chassi modular, deve permitir a criação de grupos de links agregados entre diferentes módulos do chassi, segundo 802.3ad.
24. O empilhamento deve suportar espelhamento de tráfego entre diferentes unidades da pilha. Caso seja ofertado um equipamento do tipo chassi modular, deve suportar espelhamento de tráfego entre diferentes módulos do chassi.
25. A Memória Flash instalada deve ser suficiente para comportar no mínimo duas imagens do Sistema Operacional simultaneamente, permitindo que seja feito um upgrade de Software e a imagem anterior seja mantida.
26. Armazenar, no mínimo, 32.000 (trinta e dois mil) endereços MAC.
27. Suportar o armazenamento de até 12.000 (doze mil) rotas IPv4.
28. Suportar o armazenamento de até 6.000 (seis mil) rotas IPv6.
29. Implementar interfaces Gigabit Ethernet (IEEE 802.3z, 10GBASE-X) e 10 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ae 10GBASE-X).
30. Implementar agregação de links conforme padrão IEEE 802.3ad com, no mínimo, 128 grupos, sendo 8 links agregados por grupo.
31. Implementar regras de ACL de entrada (inbound ACLs) e de saída (outbound ACLs) em hardware.
32. Implementar agregação de links conforme padrão IEEE 802.3ad com suporte a LACP.
33. Em conjunto com outro equipamento de mesmo modelo, deverá permitir que um switch conectado aos dois tenha a possibilidade de agregação de links (IEEE 802.3ad) com os mesmos, de forma a simular a existência de apenas um único link lógico entre este equipamento e os dois switches do modelo aqui especificado (Multi-Chassis Trunking, por exemplo). O único link lógico entre as camadas deve eliminar convergência do Spanning Tree, possibilitando o tráfego simultâneo por mais de uma conexão.
34. Implementar jumbo frames em todas as portas ofertadas, com suporte a pacotes de até 9216 Bytes.
35. Implementar IGMP v1, v2 e v3 Snooping.
36. Implementar IGMPv1 (RFC 1112), IGMP v2 (RFC 2236), IGMPv3 (RFC 3376).
37. Implementar MLD Snooping v1 e v2.

38. Implementar DHCP/Bootp relay.
39. Implementar servidor DHCP interno que permita a configuração de um intervalo de endereços IP a serem atribuídos os clientes DHCP.
40. Implementar Spanning-Tree (IEEE 802.1d), Rapid Spanning Tree (IEEE 802.1w) e Multiple Instance STP (802.1s) e PVST+.
41. Implementar funcionalidade vinculada ao Spanning-tree onde é possível designar portas de acesso (por exemplo onde estações estão conectadas) que não sofram o processo de Listening-Learning, passando direto para o estado de Forwarding. No entanto, as portas configuradas com esta funcionalidade devem detectar loops na rede normalmente.
42. Implementar funcionalidade vinculada ao Spanning-Tree que evite a eleição de outros switches da rede como Root.
43. Implementar funcionalidade vinculada ao Spanning-tree que permita desabilitar uma porta de acesso assim que a mesma receba uma BPDU.
44. Implementar 4094 VLANs por porta, ativas simultaneamente, através do protocolo 802.1Q.
45. Implementar Private VLANs.
46. Implementar EAPS (RFC 3619) ou protocolo similar de resiliência em camada 2, específico para topologias em anel, que permita tempo de convergência inferior a 200 ms.
47. Implementar IEEE 802.1ab Link Layer Discovery Protocol (LLDP).
48. Implementar LLDP-MED (Media Endpoint Discovery), segundo ANSI/TIA-1057, Draft 08.
49. Implementar roteamento estático com suporte a, no mínimo, 1000 rotas.
50. Implementar, no mínimo, 512 interfaces IP (v4 ou v6).
51. Implementar os protocolos de roteamento IP: RFC 1058 – RIP v1 e RFC 2453 – RIP v2.
52. Implementar o protocolo de roteamento OSPF v2, incluindo autenticação MD5.
53. A implementação de OSPF e rotas estáticas deve incluir ECMP (Equal Cost Multi Path).
54. Implementar:
 - PIM Snooping;
 - PIM-DM;
 - PIM-SSM;
 - MSDP (Multicast Source Discovery Protocol); e
 - VRRPv3 (RFC 5798) ou similar.
55. Deverá implementar BGP v4.
56. A implementação de BGP deverá incluir ECMP (Equal Cost Multi Path).
57. Deve implementar Dual Stack, ou seja IPv6 e IPv4.
58. Deverá implementar os seguintes protocolos em IPv6:
 - Ping;
 - Traceroute;
 - Telnet; e,
 - SSH-2.
59. Implementar OSPF para IPv6 (OSPFv3) conforme RFC 2740.
60. Implementar IPv6 em hardware.
61. Implementar Policy Based Routing.

62. Implementar upload e download de configuração em formato ASCII ou XML, permitindo a edição do arquivo de configuração e, posteriormente, o download do arquivo editado para o equipamento.
63. Implementar TACACS+ segundo a RFC 1492 não sendo aceitas soluções similares.
64. Implementar autenticação RADIUS com suporte a:
 - RADIUS Authentication;
 - RADIUS Accounting; e
 - RADIUS EAP support for 802.1X.
65. A implementação de RADIUS e TACACS+ deverá estar disponível para autenticação de usuários via Telnet e Console serial.
66. Implementar RADIUS e TACACS+ per-command authentication.
67. Implementar os seguintes grupos de RMON através da RFC1757:
 - History;
 - Statistics;
 - Alarms; e
 - Events.
68. Implementar sFlow ou Netflow, em hardware. Não serão aceitas soluções similares.
69. Implementar a atualização de imagens de software e configuração através de um servidor TFTP.
70. Suportar múltiplos servidores Syslog.
71. Implementar ajuste de clock do equipamento utilizando NTP com autenticação MD5 ou SNTP.
72. Deverá implementar ajuste de relógio do equipamento utilizando NTP com autenticação MD5 ou SNTP.
73. Implementar Port Mirroring e RSPAN (Remote Mirroring).
74. Suportar transferência de arquivos através dos protocolos TFTP e SCP.
75. Implementar gerenciamento via web com suporte a HTTP e HTTPS/SSL. Esta funcionalidade deve ser implícita ao equipamento.
76. Implementar protocolo de monitoramento de status de comunicação entre dois switches, que possibilite que uma porta seja desabilitada caso seja detectada uma falha de comunicação entre os dois peers.
77. Implementar funcionalidade que permita sua autoconfiguração através dos protocolos DHCP e TFTP, permitindo o provisionamento em massa com o mínimo de intervenção humana.
78. Implementar Rate Limiting de entrada em todas as portas. A granularidade deverá ser configurável em intervalos de 64kbps para portas de até 1Gbps. Caso o equipamento ofertado possua suporte a portas 10Gbps, a granularidade para este tipo de interface deverá ser configurável em intervalos de 1Mbps. A implementação de Rate Limiting deverá permitir a classificação do tráfego utilizando-se ACLs e parâmetros, MAC origem e destino (simultaneamente) IP origem e destino (simultaneamente), portas TCP, portas UDP e campo 802.1p.
79. Implementar Rate Shaping de saída em todas as portas. A granularidade deverá ser configurável em intervalos de 64kbps para portas de até 1Gbps. Caso o equipamento ofertado possuir suporte a portas 10Gbps, a granularidade para este tipo de interface

- deverá ser configurável em intervalos de 1Mbps.
80. A funcionalidade de Rate Shaping deverá permitir a configuração de CIR (Committed Rate), banda máxima, banda mínima e peak rate.
 81. Implementar a leitura, classificação e remarcação de QoS (802.1p e DSCP).
 82. Implementar remarcação de prioridade de pacotes Layer 3, remarcando o campo DiffServ para grupos de tráfego classificados segundo portas TCP e UDP, endereço/subrede IP, VLAN e MAC origem e destino.
 83. Implementar 8 filas de prioridade em hardware por porta.
 84. Implementar os algoritmos de gerenciamento de filas WRR (Weighted Round Robin), WDRR (Weighted Deficit Round Robin) e SP (Strict Priority).
 85. Implementar classificação de tráfego para QoS em Layer1-4 (Policy-Based Mapping) baseado em MAC origem e destino, IP origem e destino, TCP/UDP port, Diffserv, 802.1p
 86. Implementar funcionalidade que permita que somente endereços designados por um servidor DHCP tenham acesso à rede.
 87. Implementar funcionalidade que permita que somente servidores DHCP autorizados atribuam configuração IP aos clientes DHCP (Trusted DHCP Server).
 88. Implementar Gratuitous ARP Protection.
 89. Implementar detecção e proteção contra ataques Denial of Service (DoS) direcionados a CPU do equipamento por meio da criação dinâmica e automática de regras para o bloqueio do tráfego suspeito.
 90. Implementar limitação de número de endereços MAC aprendidos por uma porta, para uma determinada VLAN.
 91. Implementar travamento de endereços MAC, permitindo a adição estática de endereços para uma determinada porta ou utilizando os endereços existentes na tabela MAC. O acesso de qualquer outro endereço que não esteja previamente autorizado deverá ser negado.
 92. Implementar login de rede baseado no protocolo IEEE 802.1x, permitindo que a porta do Switch seja associada a VLAN definida para o usuário no Servidor RADIUS.
 93. A implementação do IEEE 802.1x deverá incluir suporte a Guest VLAN, encaminhando o usuário para esta VLAN caso este não possua suplicante 802.1x ativo, em caso de falha de autenticação e no caso de indisponibilidade do servidor AAA.
 94. Implementar múltiplos suplicantes por porta, onde cada dispositivo deve ser autenticado de forma independente, podendo ser encaminhados à VLANs distintas. As múltiplas autenticações deverão ser realizadas através de IEEE 802.1x.
 95. Implementar autenticação baseada em web, com suporte a SSL, através de RADIUS ou através da base local do switch.
 96. Implementar autenticação baseada em endereço MAC, através de RADIUS ou através da base local do switch.
 97. Implementar ACLs de entrada (ingress ACLs) em hardware, baseadas em critérios das camadas 2 (MAC origem e destino) e campo 802.1p, 3 (IP origem e destino) e 4 (portas TCP e UDP), em todas as interfaces e VLANs, com suporte a endereços IPv6. Deverá ser possível aplicar ACLs para tráfego interno de uma determinada VLAN.

98. As ACLs deverão ser configuradas para permitir, negar, aplicar QoS, espelhar o tráfego para uma porta de análise, criar entrada de log e incrementar contador.
99. Implementar a configuração de telefones IP de forma automática, permitindo a detecção do aparelho através do protocolo LLDP e a configuração de VLAN e QoS para a porta.
100. Implementar Policy Based Switching, ou seja, possibilitar que o tráfego classificado por uma ACL seja redirecionado para uma porta física específica.

2 TRANSCEIVER PARA SWITCHES

Todos os transceivers desse item deverão ser do mesmo fabricante dos switches e serem compatíveis com os 3 tipos especificados nos itens 1.1 a 1.3 desse TR.

Todos os modelos devem ser compatíveis com fibra monomodo e atendendo as seguintes distâncias:

TRANSCEIVER	DISTÂNCIA (metros) ATÉ
SFP 1000 BASE-T	100
SFP 1000 BASE-LX	10.000
SFP 1000 BASE-ZX	70.000
SFP+ 10G BASE-LR	10.000
SFP+ 10G BASE-ER	40.000
QSFP+ 40G BASE-LR4	10.000

Transceivers para Switches

3 SERVIDOR

O servidor deverá ser compatível com as necessidades do Software de gerenciamento especificado no item 4 desse TR. A configuração escolhida deve atender as necessidades do Software de Gerenciamento de Switches, incluindo licenças de software de Sistema Operacional e de Banco de Dados, quando aplicável.

Esse equipamento deverá permitir o armazenamento local de, no mínimo, 3 (três) meses de informações (configurações e logs).

Deverá vir acompanhado com todos os softwares necessários. Todo o sistema deverá estar instalado e com a comprovação de autenticidade dos softwares utilizados.

O equipamento deve vir com a garantia do fabricante.

4 SOFTWARE DE GERENCIAMENTO

Deverá ser fornecido o software de gerenciamento centralizado dos equipamentos propostos no item 1 desse TR, do mesmo fabricante dos switches, com todas as funcionalidades e licenças disponíveis para no mínimo 100 (cem) equipamentos, sem custos adicionais. Essa ferramenta deverá permitir configurar, monitorar, gerenciar, inventariar e realizar troubleshooting de todos os equipamentos da solução e seus elementos, de forma centralizada e a partir de um servidor com toda a segurança e rastreamento de operações executadas.

Esse software será instalado no servidor especificado no *item 3* desse TR e deverá:

1. Implementar a gerência de configuração através de interface gráfica dos switches ofertados com suporte às funcionalidades descritas nesse projeto básico que incluem gerenciamento de segurança, limitação de banda, filtros, autenticação, QoS, roteamento, etc.
 2. Permitir a visualização da topologia de camada 2 da rede.
 3. Permitir a visualização da topologia de camada 3 da rede.
 4. Permitir a visualização dos links, bem como sua velocidade e status.
 5. Permitir a visualização gráfica dos equipamentos, bem como do estado das portas, módulos ou fontes.
 6. Utilizar protocolo gerenciamento SNMP v2 e v3 autenticado, para os dispositivos de rede.
 7. Permitir gerenciamento de inventário da rede.
 8. Permitir o armazenamento de várias cópias das configurações dos dispositivos, oferecendo inclusive opções para comparar configurações de diferentes datas para descobrir alterações realizadas.
 9. Ser capaz de atualizar o software dos switches de forma agendada.
-