

Gerente de Classificação EARL 8: Um exame comportamental das LOUs, L4Ops e tabelas de mapa

Contents

[Introduction](#)

[Informações de Apoio](#)

[Tabelas de mapa do programa e registros de LOU](#)

[Estudo de caso nº 1 - ACLs com sinalizadores TCP](#)

[Estudo de caso nº 2 - 100% de uso do registro de LOU](#)

[Estudo de caso nº 3 - Programação de QoS com L4Ops](#)

[Estudo de caso nº 4 - ACLs de pilha dupla causam esgotamento de CAPMAP](#)

Introduction

Este documento descreve como as Unidades de Operação Lógica (LOUs) e as Operações da Camada 4 (L4Ops) são programadas na tabela de mapa. Ele fornece cenários de falha, os tipos de erros que você normalmente encontra nessas situações e o que você deve inferir desses erros.

O Classification Manager (CM) gerencia a classificação TCAM (Ternary Content Addressable Memory) e os recursos associados, como rótulos, LOUs, entradas de mapa e outros. Os serviços CM são usados pelo Gerenciador de Recursos (FM - Feature Manager) e pelo QoS Manager (QM - QoS Manager) para programar entradas de TCAM para suportar o Cisco IOS[®] Recursos de Lista de Controle de Acesso (ACL - Access Control List) e Qualidade de Serviço (QoS - Quality of Service).

Informações de Apoio

LOUs e L4Ops - LOUs significa Logical Operation Units (Unidades de Operação Lógica), que são registros de hardware usados para armazenar {operador, operando} tuplas para números de porta TCP/UDP especificados em ACLs e VLAN Access Control Lists (VACLs). Esses tuplos também são chamados de L4Ops. Por exemplo, se você corresponder o host X ao host Y gt 1023, a tupla se tornará {gt, 1023}.

L4Ops - Operações da Camada 4.

Tabelas de mapa - As L4Ops descritas anteriormente são programadas em registros LOU referenciados por entradas em tabelas de mapa. Cada tabela de mapa tem um limite de 10 (uma é reservada para direção, o que diminui o limite para nove) entradas (L4Ops). As tabelas de mapa são indexadas pelo próprio rótulo TCAM.

Há dois TCAMs, A e B; cada TCAM tem rótulos de 8 K. Para cada TCAM, há uma tabela de mapa de entradas de 2K. Como cada TCAM tem rótulos de 8 K, há uma sobreposição de 4:1 aqui - quatro rótulos mapeiam para uma entrada de mapa. A sobreposição é: $1=2049=4097=6145$.


```

I V 32739 4097 0 0 0 1.1.1.2 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- dscp=8; 0x00000000000000038
0
I M 32739 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0
I V 32740 4097 0 0 0 1.1.1.2 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- dscp=7; 0x00000000000000038
0
I M 32740 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0
I V 32741 4097 0 0 0 1.1.1.2 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- dscp=6; 0x00000000000000038
0
I M 32741 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0
I V 32745 4097 0 0 0 0.0.0.0 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- - 0x00000000400000038
0
I M 32745 0x1FFF 0 0x00 0x000 0.0.0.0 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0

```

A etiqueta TCAM alocada para a interface VLAN 1 é 2049 e a etiqueta TCAM alocada para a interface VLAN 2 é 4097. Isso significa que ambas as interfaces usam a mesma tabela capmap para referenciar os registros LOU para sua programação L4Op.

Você pode confirmar isso com este comando (cinco ACEs na ACL a1 e quatro ACEs na ACL a2 sugerem que você deve ver a tabela capmap como cheia):

```

Sup2T#show platform hardware acl capmap tcam B label 4097
Hardware Capmap Table Entry For TCAM B. Free items are not shown

Index  Loc[9]  [8]  [7]  [6]  [5]  [4]  [3]  [2]  [1]  [0]
-----  -----  ---  ---  ---  ---  ---  ---  ---  ---  ---
  1      212   10   9   8   7   6   5   4   3   2

```

```

Sup2T#show platform hardware acl capmap tcam B label 2049
Hardware Capmap Table Entry For TCAM B. Free items are not shown

Index  Loc[9]  [8]  [7]  [6]  [5]  [4]  [3]  [2]  [1]  [0]
-----  -----  ---  ---  ---  ---  ---  ---  ---  ---  ---
  1      212   10   9   8   7   6   5   4   3   2

```

Assim, neste estágio, se você tentar instalar outra entrada de controle de acesso (ACE) baseada em L4Op, que não é expansível, para nenhuma dessas interfaces, você receberá o erro **No free capmap entry available**.

```

Sup2T(config)#ip access-list extended a2
Sup2T(config-ext-nacl)#permit ip host 1.1.1.2 any dscp 10
Sup2T(config-ext-nacl)#end

```

```

*Sep 16 14:57:55.983: %EARL_CM-5-NOCAPMAP: No free capmap entry available
*Sep 16 14:57:55.991: %FMCORE-4-RACL_REDUCED: Interface Vlan2 routed traffic
will be software switched in ingress direction. L2 features may not be applied
at the interface

```

Isso resulta no bridging de software de toda a interface, o que poderia causar switching mais lenta, alta utilização da CPU e outros problemas relacionados.

Note: O bug da Cisco ID [CSCuo02666](https://tools.cisco.com/bugcenter/bug/?bugID=CSCuo02666) foi criado para corrigir esse problema. A maior

mudança na lógica que ele introduz é como as etiquetas TCAM são alocadas. Agora a Cisco aloca etiquetas de TCAM continuamente (2,3,4,5 e assim por diante) até 2048 em vez de em intervalos de 2 K. Isso significa que as tabelas de mapa não são mais compartilhadas desde o início.

Lembre-se de que as LOUs, como qualquer outro recurso de hardware, são limitadas. Há um total de 104 LOUs disponíveis para uso:

```
Sup2T#show platform software acl lou
```

```
LOUs Registers (shadow copies)
```

Index	Type	A_Op	A_Val	A_Cnt	B_Op	B_Val	B_Cnt
0	PKT_QOS_GI	A is free.			NEQ	0	1
1	DST_PORT	LT	81	2	B is free.		
2	B & A are free						
3	B & A are free						
4	B & A are free						
5	B & A are free						
6	B & A are free						
7	B & A are free						
8	B & A are free						
9	B & A are free						
10	B & A are free						
11	B & A are free						
12	B & A are free						
13	B & A are free						
14	B & A are free						
15	B & A are free						

```
*snip*
```

```
95 B & A are free
96 B & A are free
97 B & A are free
98 B & A are free
99 B & A are free
100 B & A are free
101 B & A are free
102 B & A are free
103 B & A are free
```

Tabelas de mapa do programa e registros de LOU

As tabelas de mapa são usadas somente quando as operações L4 devem ser levadas em conta. Observe que a correspondência nos valores de Ponto de Código de Serviços Diferenciados (DSCP - Differentiated Services Code Point)/Classe de Serviço (CoS - Class of Service) também é considerada como uma L4Op. Aqui está um exemplo simples (que usa uma versão de código que inclui a correção da ID de bug da Cisco [CSCuo026666](#)) com base na qual este documento é criado incrementalmente:

```
Sup2T#show ip access-lists a3
```

```
Extended IP access list a3
```

```
10 permit ip host 192.168.1.1 host 192.168.1.2
```

```
I have this applied to interface VLAN 1.
```

```
Sup2T#show run int vlan 1
Building configuration...

Current configuration : 84 bytes
!
interface Vlan1
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 ip access-group a3 in
end
```

Isso é programado corretamente no TCAM:

```
Sup2T#show platform hardware acl entry interface vlan 1 security in ip
mls_if_index:20000001 dir:0 feature:0 proto:0
```

```
pass#0 features
```

```
fno:0
```

```
tcam:B, bank:1, prot:0 Aces
```

```
Permit          ip host 192.168.1.1 host 192.168.1.2
L3_Deny         ip any any
```

```
Sup2t-MA1.7#show platform hardware acl entry interface vlan 1 security in ip detail
mls_if_index:20000001 dir:0 feature:0 proto:0
```

```
pass#0 features
```

```
UAPRSF: U-urg, A-ack, P-psh, R-rst, S-syn, F-fin
MLGFI: M-mpls_plus_ip_pkt, L-L4_hdr_vld, G-gpid_present, F-global_fmt_match, I-ife/ofe
's' means set; 'u' means unset; '-' means don't care
```

```
-----
-----
-----
-----
-----
I   INDEX LABEL FS ACOS   AS           IP_SA           SRC_PORT
IP_DA      DST_PORT F FF L4PROT TCP-F:UAPRSF MLGFI OtherL4OPs
RSLT              CNT
-----
-----
-----
-----
```

```
fno:0
```

```
tcam:B, bank:1, prot:0 Aces
```

```
I  V  32741  2  0  0  0  192.168.1.1  -  192.168.1.2
-  0  0  0  -  -  -  -  -  0x00000000000000038
0
I  M  32741  0x1FFF  0  0x00  0x000  255.255.255.255  -  255.255.255.255
-  0  0  0x0
I  V  32745  2  0  0  0  0.0.0.0  -  0.0.0.0
-  0  0  0  -  -  -  -  -  0x00000000400000038
0
I  M  32745  0x1FFF  0  0x00  0x000  0.0.0.0  -  0.0.0.0
-  0  0  0x0
```

As tabelas de mapa são referenciadas pelo próprio rótulo TCAM. Você pode usar a etiqueta

CBF - number of free cap bits (one per entry);
Free items are not shown

```
-----
Index   CBF      [9]          [8]          [7]          [6]
[5]     [4]          [3]          [2]          [1]
[0]
```

```
-----
-----
-----
      2      8 212/0/1          Free          Free          Free
Free          Free          Free          Free          Free          Free  3/1/1
```

Agora há uma entrada na tabela de mapa. A ACE foi traduzida para 3/1/1 na tabela de mapa. Este é o formato RST/INV/CNT. O RST aqui especifica em qual registro da LOU esse L4Op foi instalado e o CNT descreve a contagem agregada para essa LOU (mais informações sobre isso posteriormente). Veja esta saída para entender como o valor de RST é indexado:

```
Sup2T#show platform software acl capmap mapping
L4op_sel value      Reference
=====
0      -----      LOU0 B register
1      -----      LOU0 A register
2      -----      LOU1 B register
3      -----      LOU1 A register
.....
.....
206    -----      LOU103 B register
207    -----      LOU103 A register
208    -----      Global format match for global acl
209    -----      Group id present
210    -----      L4_hdr_vld
211    -----      Mpls_plus_ip_pkt
212    -----      ife/ofe for direction
(213-223)  ----      Reserved
(224-239)  ----      16 TCP flags map
(240-255)  ----      16 IPv6 ext header map
```

Você pode ver que o valor L4op_sel de 0 pontos para o registro LOU0 B, o valor de 1 ponto para o registro LOU0 A, o valor de 2 pontos para o registro LOU1 B, o valor de 3 pontos para o registro LOU1 B e assim por diante. O registro A é sempre programado primeiro. A saída 3/1/1 faz mais sentido agora que você vê isso.

Nesta saída, 3 significa que o L4Op foi programado no registro LOU1 A. Você também pode verificar onde um L4Op é programado se procurar o conteúdo dos registros LOU diretamente:

```
Sup2T#show platform software acl lou
LOUs Registers (shadow copies)

Index   Type  A_Op  A_Val  A_Cnt  B_Op  B_Val  B_Cnt
-----
0PKT_QOS_GI A is free.          NEQ      0      1
1  DST_PORT  LT      81      1 B is free.
2  B & A are free
3  B & A are free
4  B & A are free
```

snip


```
Sup2T#show platform hardware acl lou
Dumping h/w lou values
```

Index	lou_mux_sel	A_Opcode	A_Value	B_Opcode	B_Value
0	7	NEQ	0	NEQ	0
1	1	LT	81	NEQ	0
2	0	NEQ	0	NEQ	0
3	0	NEQ	0	NEQ	0

snip

Como você pode ver, uma tupla (gt, X) é programada como (LT, X+1) nos registros da LOU.

Note: As L4Ops são programadas nos registros LOU SOMENTE quando são aplicadas às interfaces. Se as ACLs forem criadas com L4Ops (sem que a ACL realmente seja aplicada a uma interface), ela não programará as L4Ops aplicáveis nos registros de LOU.

Remova a ACL da interface VLAN 1 e examine os registros LOU novamente:

```
Sup2T(config)#int vlan 1
Sup2T(config-if)#no ip access-group a3 in
```

```
Sup2T#show platform software acl lou
LOUs Registers (shadow copies)
```

Index	Type	A_Op	A_Val	A_Cnt	B_Op	B_Val	B_Cnt
	0PKT_QOS_GI	A is free.			NEQ	0	1
1	B & A are free						
2	B & A are free						
3	B & A are free						
4	B & A are free						

snip

```
Sup2T#show platform hardware acl lou
Dumping h/w lou values
```

Index	lou_mux_sel	A_Opcode	A_Value	B_Opcode	B_Value
0	7	NEQ	0	NEQ	0
1	1	NEQ	0	NEQ	0
2	0	NEQ	0	NEQ	0
3	0	NEQ	0	NEQ	0

snip

Estudo de caso nº 1 - ACLs com sinalizadores TCP

Os flags TCP têm um conjunto especial de registros alocados dentro do intervalo de registros LOU. Você pode visualizar esse intervalo por meio do comando **show platform software acl capmap mapping**, como mostrado aqui:

```
Sup2T#show platform software acl capmap mapping
L4op_sel value      Reference
=====
```



```

I V 32546 13 0 0 0 192.168.13.10 - 192.168.13.20
- 1 0 1 - ----- - 0x0000000000000038
0
I M 32546 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 255.255.255.255
- 1 0 0xF
I V 32547 13 0 0 0 0.0.0.0 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- - 0x0000000040000038
0
I M 32547 0x1FFF 0 0x00 0x000 0.0.0.0 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0

```

```

Sup2T#show platform software acl capmap tcam B label 13
Shadow Capmap Table Entry For TCAM B

```

```

-----
Output in a RST/INV/CNT format: RST - result value; INV - inverted;
                               CNT - aggregated reference account;

```

```

CBF - number of free cap bits (one per entry);
Free items are not shown

```

```

-----
Index  CBF      [9]          [8]          [7]          [6]
[5]    [4]          [3]          [2]          [1]
[0]

```

```

-----
-----
13      8 212/0/1          Free          Free          Free
Free    Free          Free          Free          Free 224/0/1

```

Neste exemplo, o sinalizador TCP é programado no registro 224 (isto corresponde ao primeiro registro disponível para sinalizadores TCP). A contagem agregada para isso corresponde ao número de fluxos TCP (leia ACEs) com o mesmo flag TCP.

Adicione outra ACE à ACL atual a13. Isso deve ter um sinalizador de TCP diferente:

```

Sup2T(config)#ip access-list extended a13
Sup2T(config-ext-nacl)#permit tcp host 192.168.1.1 host 192.168.1.2 ack
Sup2T(config-ext-nacl)#exit

```

Se você olhar novamente para a tabela de mapa, verá que outro registro TCP é usado:

```

Sup2T#show platform software acl capmap tcam b label 13
Shadow Capmap Table Entry For TCAM B

```

```

-----
Output in a RST/INV/CNT format: RST - result value; INV - inverted;
                               CNT - aggregated reference account;

```

```

CBF - number of free cap bits (one per entry);
Free items are not shown

```

```

-----
Index  CBF      [9]          [8]          [7]          [6]
[5]    [4]          [3]          [2]          [1]
[0]

```

```

-----
-----
13      7 212/0/1          Free          Free          Free

```

Free Free Free Free 225/0/1 224/0/1

Como podem ver, a programação é feita por bandeira. para cada flag, um registro TCP independente é usado e você mantém uma contagem em relação a isso. Isso significa que, para cada flag, você também usa uma entrada capmap. Isso implica ainda que, tecnicamente, você não pode ir além de nove flags em sua ACL ou atingirá o limite de capmap antes do limite de 16 flag TCP.

Expanda seus flags TCP para que você atinja o limite de registro TCP para ver o que acontece. Este exemplo mostra várias ACLs que foram configuradas e aplicadas a diferentes VLANs de interface para alcançar uma utilização de registro TCP de 100% como mostrado aqui:

```
Sup2T#show platform hardware capacity acl
```

```
Classification Mgr Tcam Resources
```

```
Key: Ttlent - Total TCAM entries, QoSent - QoS TCAM entries, LOU - LOUs,
RBLent - RBACL TCAM entries, Lbl - Labels, TCP - TCP Flags,
Dsttbl - Destinfo Table, Ethcam - Ethertype Cam Table,
ACTtbl - Accounting Table, V6ext - V6 Extn Hdr Table
```

Module	Ttlent	QoSent	RBLent	Lbl	LOU	TCP	Dsttbl	Ethcam	ACTtbl	V6ext
1	3%	7%	0%	1%	96%	100%	1%	0%	0%	0%
3	3%	7%	0%	1%	96%	100%	1%	0%	0%	0%
4	3%	7%	0%	1%	96%	100%	1%	0%	0%	0%
6	3%	7%	0%	1%	96%	100%	2%	0%	0%	0%

Neste estágio, se você decidir configurar outra ACL com um sinalizador TCP exclusivo (ou uma combinação de sinalizadores TCP que a tornem exclusiva) e aplicá-la a uma interface, você deverá programar um novo sinalizador TCP (ou uma combinação de sinalizadores) para um registro TCP. No entanto, não há registros de hardware disponíveis. Nessa situação, você conecta toda a interface.

```
Sup2T(config)#ip access-list extended a29
```

```
Sup2T(config-ext-nacl)#permit tcp host 192.168.1.1 host 192.168.1.2 psh rst
```

```
Sup2T(config-if)#int vlan 29
```

```
Sup2T(config-if)#ip access-group a29 in
```

```
*Oct 6 13:57:47.612: %FMCORE-4-RACL_REDUCED: Interface Vlan29 routed traffic
will be software switched in ingress direction. L2 features may not be applied
at the interface
```

```
Sup2T#show platform hardware acl entry interface vlan 29 security in ip
```

```
mls_if_index:2000001D dir:0 feature:0 proto:0
```

```
pass#0 features
```

```
fno:0
```

```
tcam:B, bank:1, prot:0 Aces
```

```
Bridge ip any any
```

Estudo de caso nº 2 - 100% de uso do registro de LOU

Lembre-se de que as LOUs são um recurso finito - você também pode ficar sem espaço para elas. Você pode monitorar o uso de LOU com este comando:

Sup2T#show platform hardware capacity acl

Classification Mgr Tcam Resources

Key: Ttlent - Total TCAM entries, QoSent - QoS TCAM entries, LOU - LOUs,
RBLent - RBACL TCAM entries, Lbl - Labels, TCP - TCP Flags,
Dsttbl - Destinfo Table, Ethcam - Ethertype Cam Table,
ACTtbl - Accounting Table, V6ext - V6 Extn Hdr Table

Module	Ttlent	QoSent	RBLent	Lbl	LOU	TCP	Dsttbl	Ethcam	ACTtbl	V6ext
1	2%	7%	0%	1%	1%	0%	1%	0%	0%	0%
3	2%	7%	0%	1%	1%	0%	1%	0%	0%	0%
4	2%	7%	0%	1%	1%	0%	1%	0%	0%	0%
6	2%	7%	0%	1%	1%	0%	2%	0%	0%	0%

Dimensione as ACLs para usar mais LOUs. Após a instalação de várias ACLs (com o comando range, que usa dois registros de LOU, A e B), este exemplo mostra o uso de 96% de LOU:

Sup2T#show platform hardware capacity acl

Classification Mgr Tcam Resources

Key: Ttlent - Total TCAM entries, QoSent - QoS TCAM entries, LOU - LOUs,
RBLent - RBACL TCAM entries, Lbl - Labels, TCP - TCP Flags,
Dsttbl - Destinfo Table, Ethcam - Ethertype Cam Table,
ACTtbl - Accounting Table, V6ext - V6 Extn Hdr Table

Module	Ttlent	QoSent	RBLent	Lbl	LOU	TCP	Dsttbl	Ethcam	ACTtbl	V6ext
1	3%	7%	0%	1%	96%	0%	1%	0%	0%	0%
3	3%	7%	0%	1%	96%	0%	1%	0%	0%	0%
4	3%	7%	0%	1%	96%	0%	1%	0%	0%	0%
6	3%	7%	0%	1%	96%	0%	2%	0%	0%	0%

Crie outra ACL e aplique-a a uma interface que faça com que o uso da LOU vá além de 100%.

Sup2T(config)#ip access-list extended a12

```
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1401 1410
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1411 1420
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1421 1430
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1431 1440
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1441 1450
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1451 1460
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1461 1470
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1471 1480
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1481 1490
Sup2T(config-ext-nacl)#$68.14.1 host 192.168.14.2 range 1491 1500
```

Sup2T(config-ext-nacl)#exit

Sup2T(config)#int vlan 12

Sup2T(config-if)#ip access-group a12 in

O exemplo atingiu 100% de uso de LOU; entretanto, observe que nenhuma mensagem de erro foi recebida.

Sup2T#show platform hardware capacity acl

Classification Mgr Tcam Resources

Key: Ttlent - Total TCAM entries, QoSent - QoS TCAM entries, LOU - LOUs,
RBLent - RBACL TCAM entries, Lbl - Labels, TCP - TCP Flags,
Dsttbl - Destinfo Table, Ethcam - Ethertype Cam Table,
ACTtbl - Accounting Table, V6ext - V6 Extn Hdr Table

Module	Ttlent	QoSent	RBLent	Lbl	LOU	TCP	Dsttbl	Ethcam	ACTtbl	V6ext
1	3%	7%	0%	1%	100%	0%	1%	0%	0%	0%
3	3%	7%	0%	1%	100%	0%	1%	0%	0%	0%

```

4      3%      7%      0%      1%    100%    0%      1%      0%      0%      0%
6      3%      7%      0%      1%    100%    0%      2%      0%      0%      0%

```

Aqui está outro teste. Agora que a LOU está em 100%, pegue um L4Op muito simples e tente instalá-lo para uma interface. Configure esta ACL:

```

Sup2T#show ip access-lists a13
Extended IP access list a13
 10 permit tcp host 192.168.14.1 host 192.168.14.2 range 1600 1650

```

Aplique essa entrada à interface VLAN 13.

```

Sup2T#show run int vlan 13
Building configuration...

Current configuration : 87 bytes
!
interface Vlan13
 ip address 192.168.13.1 255.255.255.0
 ip access-group a13 in
end

```

Examine o TCAM para esta VLAN agora:

```

Sup2T#show platform hardware acl entry interface vlan 13 sec in ip
mls_if_index:2000000D dir:0 feature:0 proto:0

```

```
pass#0 features
```

```
fno:0
```

```
tcam:B, bank:0, prot:0 Aces
```

```

Permit          tcp host 192.168.14.1 host 192.168.14.2 eq 1650
Permit          tcp host 192.168.14.1 host 192.168.14.2 range 1648 1649
Permit          tcp host 192.168.14.1 host 192.168.14.2 range 1632 1647
Permit          tcp host 192.168.14.1 host 192.168.14.2 range 1600 1631
Permit          tcp host 192.168.14.1 host 192.168.14.2 fragments
L3_Deny         ip any any

```

As L4Ops foram expandidas. Se você observar a tabela de mapa para este rótulo TCAM, verá que nada está instalado.

```

Sup2T#show platform hardware acl entry interface vlan 13 sec in ip detail
mls_if_index:2000000D dir:0 feature:0 proto:0

```

```
pass#0 features
```

```

UAPRSF: U-urg, A-ack, P-psh, R-rst, S-syn, F-fin
MLGFI: M-mpls_plus_ip_pkt, L-L4_hdr_vld, G-gpid_present, F-global_fmt_match, I-ife/ofe
's' means set; 'u' means unset; '-' means don't care

```

```

-----
-----
-----
-----
-----
I      INDEX LABEL FS ACOS   AS           IP_SA        SRC_PORT
IP_DA          DST_PORT F FF L4PROT TCP-F:UAPRSF MLGFI OtherL4OPs

```


rapidamente (devido à expansão L4Op). Se você tentar instalar L4Ops não expansíveis, com a implementação atual, toda a interface terá o software ligado.

No estado atual, um erro só é gerado quando você tenta instalar um L4Op não expansível em tal situação. Este exemplo modificou a ACL a13 atual que foi aplicada à interface VLAN 13 com a adição de uma L4Op não expansível.

```
Sup2T(config)#ip access-list extended a13
Sup2T(config-ext-nacl)#permit tcp host 192.168.14.1 host 192.168.14.2 dscp 40

Oct  5 04:50:13.104: %FMCORE-4-RACL_REDUCED: Interface Vlan13 routed traffic will
be software switched in ingress direction. L2 features may not be applied at the
interface
Oct  5 04:50:13.096: %EARL_CM-DFC3-5-NOLOU: No free LOU entry available on the EARL
Oct  5 04:50:13.096: %EARL_CM-DFC1-5-NOLOU: No free LOU entry available on the EARL
Oct  5 04:50:13.096: %EARL_CM-DFC4-5-NOLOU: No free LOU entry available on the EARL

Sup2T#show platform hardware acl entry interface vlan 13 security in ip
mls_if_index:2000000D dir:0 feature:0 proto:0
```

pass#0 features

fno:0

tcam:B, bank:0, prot:0 Aces

Bridge ip any any

Estudo de caso nº 3 - Programação de QoS com L4Ops

As políticas de QoS também podem fazer referência a L4Ops; essas L4Ops devem ser instaladas como qualquer outra L4Op. Isso implica que, por interface, mesmo para suas políticas de QoS, você está limitado pelas restrições que tabelas de mapa e LOUs inerentemente têm. Aqui está um exemplo para ilustrar isso de uma forma pequena:

```
Sup2T#show ip access-lists a1
Extended IP access list a1
 10 permit tcp host 192.168.1.10 host 192.168.2.10 dscp ef

Sup2T#show class-map a1-class
Class Map match-all a1-class (id 37)
Match access-group name a1

Sup2T#show policy-map a1-policy
Policy Map a1-policy
Class a1-class
  police cir 80000 bc 2500
  conform-action transmit
  exceed-action drop
```

Este exemplo tem um mapa de política correspondente a um mapa de classe que chama a lista de acesso a1 que corresponde ao tráfego de 192.168.1.10 a 192.168.2.10 que está marcado com encaminhamento expresso (EF). A correspondência em um valor de DSCP é um L4Op não expansível; isso precisa ser programado em um registro LOU e referenciado por meio de uma entrada na tabela capmap. Este mapa de política agora está instalado na entrada para gig3/23.


```
Sup2T#show run int gig3/23
Building configuration...

Current configuration : 176 bytes
!
interface GigabitEthernet3/23
  switchport
  switchport trunk allowed vlan 1-30
  switchport mode trunk
  service-policy input a1-policy
end
```

Para examinar a programação de QoS de uma interface, use este comando:

```
Sup2T#show platform hardware acl entry interface gig3/23 qos in ip module 3
mls_if_index:8096000 dir:0 feature:1 proto:0
```

```
pass#0 features
```

```
fno:0
```

```
tcam:A, bank:0, prot:0    Aces
```

```
0x0000E0100000D00B    tcp host 192.168.1.10 host 192.168.2.10 dscp eq 46
0x00000000000080D00B    ip any any
```

O detalhamento desse comando fornece a você para que rótulo TCAM é usado nesta interface.

```
Sup2T#show platform hardware acl entry interface gig3/23 qos in ip detail module 3
mls_if_index:8096000 dir:0 feature:1 proto:0
```

```
pass#0 features
```

```
UAPRSF: U-urg, A-ack, P-psh, R-rst, S-syn, F-fin
MLGFI: M-mpls_plus_ip_pkt, L-L4_hdr_vld, G-gpid_present, F-global_fmt_match, I-ife/ofe
's' means set; 'u' means unset; '-' means don't care
```

```
-----
-----
-----
I      INDEX LABEL FS ACOS   AS          IP_SA          SRC_PORT
IP_DA      DST_PORT F FF L4PROT TCP-F:UAPRSF MLGFI OtherL4OPs
RSLT                      CNT
```

```
fno:0
```

```
tcam:A, bank:0, prot:0    Aces
```

```
I  V  16238      2  0    0    0    192.168.1.10      -    192.168.2.10
-  0  0          1    -    -    -    dscp=46;          0x0000E0100000D00B
0
I  M  16238 0x1FFF  0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 255.255.255.255
-  0  0      0xF
I  V  16239      2  0    0    0    0.0.0.0          -    0.0.0.0
-  0  0          0    -    -    -          0x000000000080D00B
```

```
0
I M 16239 0x1FFF 0 0x00 0x000          0.0.0.0          -          0.0.0.0
- 0 0      0x0
```

O rótulo TCAM usado é 2. Veja a tabela de mapa para isso agora:

```
Sup2T#show platform software acl capmap tcam A label 2 module 3
```

```
Shadow Capmap Table Entry For TCAM A
```

```
-----
Output in a RST/INV/CNT format: RST - result value; INV - inverted;
                                CNT - aggregated reference account;
```

```
CBF - number of free cap bits (one per entry);
Free items are not shown
```

```
-----
Index   CBF      [9]          [8]          [7]          [6]
[5]     [4]     [3]          [2]          [1]
[0]
-----
-----
-----
2       8 212/0/1          Free          Free          Free
Free    Free          Free          Free          Free    2/1/1
```

Note: Para TCAM de QoS, você deve especificar o número do módulo. Sem isso, a saída não produz nenhum resultado.

```
Sup2T#show platform software acl capmap mapping
```

```
  L4op_sel value      Reference
  =====
  0      -----      LOU0 B register
  1      -----      LOU0 A register
  2      -----      LOU1 B register
  3      -----      LOU1 A register
```

snip

Um valor de LOU de 2 pontos para LOU1, registro B. Você pode confirmar esta programação com este comando:

```
Sup2T#show platform hardware acl lou
```

```
Dumping h/w lou values
```

```
Index  lou_mux_sel  A_Opcode  A_Value  B_Opcode  B_Value
-----
  0          7      NEQ       0        NEQ       0
  1          4      NEQ       0        NEQ      46
  2          1      NEQ       0        NEQ       0
```

snip

Dimensione a configuração.

```
Sup2T#show ip access-lists a1
```

```
Extended IP access list a1
```

```
 10 permit tcp host 192.168.1.10 host 192.168.2.10 dscp ef
 20 permit tcp host 192.168.2.11 host 192.168.2.11 dscp ef
 30 permit tcp host 192.168.3.11 host 192.168.3.11 dscp ef
```

```

40 permit tcp host 192.168.4.11 host 192.168.4.11 dscp ef
50 permit tcp host 192.168.5.11 host 192.168.5.11 dscp ef
60 permit tcp host 192.168.6.11 host 192.168.6.11 dscp ef
70 permit tcp host 192.168.7.11 host 192.168.7.11 dscp ef
80 permit tcp host 192.168.8.11 host 192.168.8.11 dscp ef

```

```

Sup2T#show platform software acl capmap tcam A label 2 module 3
Shadow Capmap Table Entry For TCAM A

```

```

-----
Output in a RST/INV/CNT format: RST - result value; INV - inverted;
                               CNT - aggregated reference account;

```

```

CBF - number of free cap bits (one per entry);
Free items are not shown

```

```

-----
Index   CBF      [9]                [8]                [7]                [6]
[5]     [4]                [3]                [2]                [1]
[0]

```

```

-----
-----
-----
      2      8 212/0/1                Free                Free                Free
Free      Free                Free                Free                Free      2/1/8

```

Isso não usa mais entradas; em vez disso, aumenta a contagem de referência agregada em relação à primeira entrada propriamente dita, o que faz sentido. Da perspectiva de tabela de mapa e registro de LOU, não há preocupação com a origem e o destino. Isso simplesmente armazena informações de L4Op. Como ela corresponde ao mesmo valor de DSCP em todas as ACEs, você precisa apenas de uma entrada para esse valor de DSCP.

Modifique isso para que você use nove valores de DSCP diferentes.

```

Sup2T#show ip access-lists a1

```

```

Extended IP access list a1
 10 permit tcp host 192.168.1.10 host 192.168.2.10 dscp af11
 20 permit tcp host 192.168.2.11 host 192.168.2.11 dscp af12
 30 permit tcp host 192.168.3.11 host 192.168.3.11 dscp af13
 40 permit tcp host 192.168.4.11 host 192.168.4.11 dscp af21
 50 permit tcp host 192.168.5.11 host 192.168.5.11 dscp af22
 60 permit tcp host 192.168.6.11 host 192.168.6.11 dscp af23
 70 permit tcp host 192.168.7.11 host 192.168.7.11 dscp af31
 80 permit tcp host 192.168.8.11 host 192.168.8.11 dscp af32
 90 permit tcp host 192.168.9.11 host 192.168.9.11 dscp af33

```

Agora, se você olhar para a tabela de mapa, verá que ela está cheia:

```

Sup2T#show platform software acl capmap tcam A label 2 module 3
Shadow Capmap Table Entry For TCAM A

```

```

-----
Output in a RST/INV/CNT format: RST - result value; INV - inverted;
                               CNT - aggregated reference account;

```

```

CBF - number of free cap bits (one per entry);
Free items are not shown

```

```

-----
Index   CBF      [9]                [8]                [7]                [6]

```

```

[5]          [4]          [3]          [2]
[1]          [0]
-----
-----
-----
      2      0 212/0/1      10/1/1      9/1/1      8/1/1
7/1/1      6/1/1      5/1/1      4/1/1      3/1/1
2/1/1

```

Aqui está o que acontece se você tentar instalar outra entrada não expansível baseada em L4Op:

```

Sup2T(config-ext-nacl)#permit tcp host 192.168.10.11 host 192.168.10.11 dscp 2
Sup2T(config-ext-nacl)#end

```

```

%QM-4-TCAM_ENTRY: Hardware TCAM entry programming failed for slot 3 intf Gi3/23
dir IN: <CONFIG_UPDATE_REQ> TCAM Req Error: FAIL (4): Low TCAM Entries (1)
%QM-4-TCAM_ENTRY: Hardware TCAM entry programming failed for slot 3 intf Gi3/23
dir IN: <CONFIG_UPDATE_REQ> TCAM Req Error: FAIL (4): Low TCAM Entries (1)
%QM-4-TCAM_ENTRY: Hardware TCAM entry programming failed for slot 3 intf Gi3/23
dir IN: <CONFIG_UPDATE_REQ> TCAM Req Error: FAIL (4): Low TCAM Entries (1)
%QM-4-TCAM_ENTRY: Hardware TCAM entry programming failed for slot 3 intf Gi3/23
dir IN: <CONFIG_UPDATE_REQ> TCAM Req Error: FAIL (4): Low TCAM Entries (1)
%QM-4-TCAM_ENTRY: Hardware TCAM entry programming failed for slot 3 intf Gi3/23
dir IN: <CONFIG_UPDATE_REQ> TCAM Req Error: FAIL (4): Low TCAM Entries (1)
%QM-4-TCAM_ENTRY: Hardware TCAM entry programming failed for slot 3 intf Gi3/23
dir IN: <CONFIG_UPDATE_REQ> TCAM Req Error: FAIL (4): Low TCAM Entries (1)
%FMCORE-6-RACL_ENABLED: Interface GigabitEthernet3/23 routed traffic is hardware
switched in ingress direction

```

Oct 20 17:12:54.304: %EARL_CM-DFC3-5-NOCAPMAP: No free capmap entry available

Veja o TCAM para esta interface agora:

```

Sup2T#show platform hardware acl entry interface gig3/23 qos in ip module 3

```

```

mls_if_index:8096000 dir:0 feature:1 proto:0

```

Couldnt find feature for mls_if_index 0x8096000, dir 0

Nenhum dos recursos de QoS está mais instalado no TCAM para esta interface.

Observe que a marcação não consome nenhuma L4Ops. Portanto, se você tiver uma ACL simples que não tenha L4Ops e definir um valor de DSCP na correspondência, nenhum registro de LOU será usado para isso. Aqui está um exemplo:

```

Sup2T#show policy-map a1-policy

```

```

Policy Map a1-policy
  Class a1-class
    set dscp ef

```

```

Sup2T#show class-map a1-class

```

```

Class Map match-all a1-class (id 37)
  Match access-group name a1

```

```

Sup2T#show ip access-lists a1

```

```

Extended IP access list a1
  10 permit tcp host 192.168.1.1 host 192.168.2.1

```

Isso é aplicado à interface gig3/23:

```

Sup2T#show run interface gig3/23

```

```

Building configuration...

```

Current configuration : 176 bytes

```
!
interface GigabitEthernet3/23
  switchport
  switchport trunk allowed vlan 1-30
  switchport mode trunk
  service-policy input al-policy
end
```

Sup2T#show platform hardware acl entry interface gig3/23 qos in ip detail module 3

mls_if_index:8096000 dir:0 feature:1 proto:0

pass#0 features

UAPRSF: U-urg, A-ack, P-psh, R-rst, S-syn, F-fin
MLGFI: M-mpls_plus_ip_pkt, L-L4_hdr_vld, G-gpid_present, F-global_fmt_match, I-ife/ofe
's' means set; 'u' means unset; '-' means don't care

Table with 7 columns: I, INDEX, LABEL, FS, ACOS, AS, IP_SA, SRC_PORT. Includes rows for IP_DA, DST_PORT, RSLT, and CNT.

fno:0

tcam:A, bank:0, prot:0 Aces

Table with 7 columns: I, V, INDEX, LABEL, FS, ACOS, AS, IP_SA, SRC_PORT. Contains entries for 192.168.1.1, 255.255.255.255, and 0.0.0.0.

Sup2T#show platform software acl capmap tcam A label 3 module 3

Shadow Capmap Table Entry For TCAM A

Output in a RST/INV/CNT format: RST - result value; INV - inverted;
CNT - aggregated reference account;

CBF - number of free cap bits (one per entry);
Free items are not shown

Table with 6 columns: Index, CBF, [9], [8], [7], [6]. Includes rows for [5], [4], [3], [2], [1], [0].

```

-----
      3      9 212/0/1      Free      Free      Free
Free      Free      Free      Free      Free
Free

```

Estudo de caso nº 4 - ACLs de pilha dupla causam esgotamento de CAPMAP

Neste exemplo, há uma interface configurada para usar ACLs IPv4 e IPv6 que cria esses erros quando a interface é ativada:

```

%EARL_CM-5-NOCAPMAP: No free capmap entry available
%FMCORE-4-RACL_REDUCED: Interface Vlan500 routed traffic will be software switched in ingress
direction.
      L2 features may not be applied at the interface

```

No entanto, se apenas a ACL IPv4 for removida e, em seguida, lida para a mesma interface, a programação de hardware será concluída com êxito e o erro não será mais gerado.

Para este exemplo, essas ACLs são configuradas no SVI:

```

Switch#sh ip access-lists INGRESS
Extended IP access list INGRESS
 10 permit tcp host 1.1.1.1 host 1.1.1.2 range 1 10
 20 permit tcp host 1.1.1.3 host 1.1.1.4 range 10 ftp-data
 30 permit tcp host 2.1.1.3 host 2.1.1.4 range 30 40
 40 permit tcp host 2.1.1.3 host 2.1.1.4 range 85 100
 50 permit tcp host 2.1.1.3 host 10.1.1.1 range 222 333
 60 permit tcp host 20.5.4.3 host 10.100.100.1 range www 443
 70 permit tcp host 200.50.4.3 host 11.11.11.1 range 800 813
 80 permit tcp host 200.50.40.30 host 12.12.11.1 range 50 60
 90 permit tcp host 13.13.13.3 host 14.14.14.3 range gopher 90
100 permit tcp host 23.23.23.3 host 14.14.10.1 range 123 345
110 permit udp host 123.123.123.1 range 50 60 host 23.23.23.1 range 10 20
120 permit udp host 45.45.43.1 range 1000 1010 host 1.1.1.1 range 50 65
130 permit tcp host 78.78.78.1 range 89 95 host 2.3.4.5 range 1111 1200
140 permit tcp host 5.5.5.50 eq 65000 host 5.4.5.4
150 permit tcp host 5.15.5.150 range 1200 1250 host 1.7.8.4 range 45 65

Switch#show ipv6 access-list DENY-ALL-V6
IPv6 access list DENY-ALL-V6
  permit udp FE80::/64 host FF02::66 eq 2000 sequence 10
  deny ipv6 any any sequence 20

```

Como visto no exemplo anterior, a ACL IPv4 tem mais de nove L4Ops expansíveis exclusivos. Em uma interface configurada com somente IPv4, elas serão expandidas conforme necessário para não esgotar a tabela de mapa.

Ao programá-los no hardware TCAM em um ambiente de pilha dupla, o switch começa com a ACL IPv4 primeiro. Com entradas livres insuficientes na tabela capmap, o switch expande algumas das L4Ops expansíveis para preencher a tabela capmap sem excedê-la. O resultado é que agora o número de entradas livres na tabela é 0, o que significa que agora não há entradas disponíveis para programar o L4Op não expansível necessário quando você vai programar a ACL IPv6 em seguida.

Quando você remove somente a ACL IPv4, o número de entradas livres na tabela de mapa aumenta, e a ACL IPv6 agora está programada corretamente no hardware e usa uma das entradas de mapa recém-liberadas. Quando a ACL IPv4 é reaplicada à configuração da interface, a mesma expansão acontece novamente. Somente agora uma entrada IPv4 adicional é expandida como resultado da ACL IPv6 que usa um valor de mapa livre. Como todas as L4Ops podem ser expandidas nesta ACL, a programação é bem-sucedida.

Para evitar a remoção manual e a adição da ACL IPv4 para permitir a mesclagem de entradas no hardware, foi criada uma melhoria para alterar o algoritmo de mesclagem TCAM nesses cenários. Consulte o bug da Cisco ID [CSCuq24924](#) para obter mais informações.

Como resultado desse aprimoramento, as versões "fixas" do software agora terão uma opção configurável na configuração global que altera a maneira como as L4Ops são programadas em instâncias como uma implantação de ACL IPv4/v6 de pilha dupla. Esta é a alteração de configuração que pode ser feita

```
Switch(config)#platform hardware acl tcam-exp-logic enable
```

Note: Devido às alterações introduzidas como resultado desta melhoria, as L4Ops expansíveis são expandidas a uma taxa superior ao normal e podem causar um aumento significativo na utilização de TCAM como resultado da expansão.