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**.

Basicamente, isso significa que os rótulos 1, 2049, 4097 e 6145 do TCAM usam o mesmo índice de mapa. A implementação tradicional da Cisco de alocação de rótulo TCAM gerou problemas devido a essa sobreposição. A Cisco alocou etiquetas TCAM com uma lacuna de 2 mil (2048 para ser preciso). Isso implica que a alocação teria a forma de 1, 2049, 4097, 6145, 2, 2050, 4098, 6146 e assim por diante.

Então, desde o início, essa alocação de TCAM era tal que as tabelas de mapa se sobrepunham. Aqui está um exemplo para demonstrar isso (extraído do bug da Cisco ID <u>CSCuo02666</u>). Aqui estão duas ACLs, a1 e a2, definidas e aplicadas à interface VLAN 1 e à interface VLAN 2, como mostrado aqui:

```
Sup2T(config)#ip access-list extended a1
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.1 any dscp 1
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.1 any dscp 2
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.1 any dscp 3
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.1 any dscp 4
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.1 any dscp 5
Sup2T(config-ext-nacl)#exit
Sup2T(config)#int vlan 1
Sup2T(config-if)#ip access-group a1 in
Sup2T(config-if)#exit
Sup2T(config)#ip access-list extended a2
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.2 any dscp 6
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.2 any dscp 7
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.2 any dscp cs1
Sup2T(config-ext-nacl)# permit ip host 1.1.1.2 any dscp 9
Sup2T(config-ext-nacl)#exit
Sup2T(config)#int vlan 2
Sup2T(config-if)#ip access-group a2 in
Sup2T(config-if)#end
Aqui está o TCAM para estas interfaces agora:
Sup2T#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
_____
_____
_____
   INDEX LABEL FS ACOS AS
I
                                 IP SA
                                            SRC PORT
     DST_PORT F FF L4PROT TCP-F:UAPRSF MLGFI OtherL4OPs
IP_DA
RSLT
                 CNT
_____
_____
_____
```

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

I V 16366 **2049** 0 0 0 1.1.1.1 0.0.0.0 - 0 0 0 - ---- dscp=5; 0x0000000000000038 0 I M 16366 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 _ 0.0.0.0 - 0 0 0x0 I V 16367 **2049** 0 0 0 1.1.1.1 - 0.0.0.0 - 0 0 0 - ---- dscp=4; 0x0000000000000038 Ο I M 16367 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 _ 0.0.0.0 - 0 0 0x0 I V 16368 **2049** 0 0 0 1.1.1.1 0.0.0.0 ----- dscp=3; - 0 0 0 -0x000000000000038 0 I M 16368 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255 0.0.0.0 - 0 0 0x0 I V 16369 **2049** 0 0 0 1.1.1.1 _ 0.0.0.0 - 0 0 0 - ---- dscp=2; 0x0000000000000038 0 I M 16369 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255 -0.0.0.0 - 0 0 0x0 I V 16370 **2049** 0 0 0 1.1.1.1 -0.0.0.0 - 0 0 0 - ---- dscp=1; 0x0000000000000038 0 I M 16370 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255 -0.0.0.0 - 0 0 0x0 I V 16371 **2049** 0 0 0 0.0.0.0 _ 0.0.0.0 ____ $0 \times 0000000040000038$ - 0 0 0 -_ 0 I M 16371 0x1FFF 0 0x00 0x000 0.0.0.0 - 0.0.0.0 - 0 0 0x0

Sup2T#show platform hardware acl entry interface vlan 2 security in ip detail
mls_if_index:20000002 dir:0 feature:0 proto:0

fno:0

tcam:B, bank:1, prot:0 Aces I V 32738 **4097** 0 0 0 1.1.1.2 - 0.0.0.0 - 0 0 0 - ---- dscp=9; 0x000000000000000 I M 32738 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255 - 0.0.0.0 - 0 0 0x0 I V 32739 **4097** 0 0 0 1.1.1.2 0.0.0.0 - 0 0 0 - ---- dscp=8; 0x0000000000000038 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 dccp=7: 0x00000000000038 - 0 0 0x0 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 -0x0000000000000038 ----- dscp=6; 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 0x00000004000038 - 0 0 0 -____ -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

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

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 <u>CSCuo02666</u> 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) Type A_Op A_Val A_Cnt B_Op B_Val B_Cnt Index ----- ----- ----- ----- -----0PKT_QOS_GI A is free.NEQ01 DST_PORTLT812 B is free. 1 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

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 <u>CSCuo026666</u>) 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 1 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 - 192.168.1.2 I V 32741 **2** 0 0 0 192.168.1.1 -- 0 0 0 ____ 0x0000000000000038 0 I M 32741 0x1FFF 0 0x00 0x000 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 _ 0x00000004000038 ____ -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

TCAM no **comando show platform software [hardware] acl capmap tcam <> label <> para exibir a tabela correspondente (software ou hardware) para essa etiqueta TCAM.**

Sup2T#show platform hardware acl capmap tcam B label 2 Hardware Capmap Table Entry For TCAM B. Free items are not shown Index Loc[9] [8] [7] [6] [5] [4] [3] [2] [1] [0]

____ _____ ___ ___ ___ --- ---___ ___ ___ ___ 0 0 212 0 0 0 0 0 0 1 0

Nada é alocado na tabela de mapa para este rótulo. A ACL definida não tem L4Ops; não há nenhum requisito para instalar uma entrada na tabela capmap.

Altere esta entrada para esta:

Sup2T#show ip access-lists a3
Extended IP access list a3
 10 permit tcp host 192.168.1.1 host 192.168.1.2 eq www

Olhe a tabela de mapa novamente.

Sup2T#show platform software acl capmap tcam B label 2 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] _____ ____ _____ ____ --- ------ReservedFreeFreeFreeFreeFree 9 1 Free Free Free Free

Se você equipar diretamente a um número de porta, ele não conta como L4Op também.

Altere-o para este:

Free

Sup2T#show ip access-lists a3
Extended IP access list a3
10 permit tcp host 192.168.1.1 host 192.168.1.2 gt www
Examine a tabela capmap mais uma vez:

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

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

CNT - aggregated reference account;

CBF – n	umber c	of free cap bi	ts (one per e	entry);						
Free items are not shown										
Index	CBF	[9]	[8]		[7]	[6]				
[5]		[4]	[3]		[2]	[1]				
[0]										
2	8 212	/0/1		Free	Fr	ee	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	LOUO 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
OPKT_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

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
       ----- ---- ----- ----- -----
                                                             1
   OPKT_QOS_GI A is free. NEQ 0
   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
----- ------ ------ ------

        7
        NEQ
        0
        NEQ
        0

        1
        NEQ
        0
        NEQ
        0

        0
        NEQ
        0
        NEQ
        0

        0
        NEQ
        0
        NEQ
        0

  0
   1
   2
   3
```

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

HIOP_BCI	Varac	RELETCIEC
========	=====	=======

0		LOU0 B register
1		LOUO 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
(213-22	3)	Reserved
(224-23	9)	16 TCP flags map
(240-25	5)	16 IPv6 ext header map

Os valores de L4op_sel 224-239 estão disponíveis para uso para flags TCP, o que fornece um conjunto de 16 registros para uso. Aqui está um exemplo simples para demonstrar isso. Esta ACL está definida:

Sup2T(config)#ip access-list extended a13
Sup2T(config-ext-nacl)#permit tcp host 192.168.13.10 host 192.168.13.20 syn
Sup2T(config-ext-nacl)#exit

Aplique esta entrada na interface VLAN 13:

```
Sup2T(config)#int vlan 13
Sup2T(config-if)#ip access-group al3 in
Sup2T(config-if)#end
```

Sup2T#**show platform hardware acl entry interface vlan 13 security in ip detail** mls_if_index:200000D 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											
T INDEX LABEL ES ACOS AS ID SA SEC DORT											
I DA DET DORT F FF LADROT TOD-F: HADRSF MLGFI OtherLAODS											
KSLI CNI											

fno:0

tcam:B, bank:1, prot:0 Aces I V 32545 **13** 0 0 0 192.168.13.10 - 192.168.13.20 - 0 0 1 ANY:----s- --- - 0x000000000000000 0 I M 32545 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255 - 255.255 - 255.255.255 - 0 0 0xF

	32340	13	0	0	0	192.16	8.13.10		- 192.10	58.13.20	
- 1	0	1	-				-		00000038		
0											
I M	32546	46 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255						- 255.255	255.255		
- 1	0 02	хF									
I V	32547	13	0	0	0		0.0.0.0		-	0.0.0.0	
- 0	0	0	-				_		0x0000000	40000038	
0											
I M	32547	0x1FFF	0	0×00	0x000		0.0.0.0		-	0.0.0.0	
- 0	0 02	x0									
Sup2	"#show i	alatform		ftwar	e acl	canman t	cam B labe	1 13			
Shade	Sup2T#snow platform software acl capmap tcam B label 13										
biidad	ow capin	ap rabit		ICLYI	01 101	11·1 D					
Outru	it in a	DOL / TW	7 / C'N	JT for	mat: I	99T - 799	ult value:	TMV - inve	rted:		
Output in a RST/INV/CNT format: RST - result value; INV - inverted;											
						TT - 2 a a r	posted ref	orondo adda	int:		
					Cl	NT - aggr	regated refe	erence accou	unt;		
CPF	number	r of fra		nan hi	CI	NT - aggr	regated refe	erence accou	unt;		
CBF -	- number	r of fre	ee o	cap bi	Cl .ts (or	NT – aggr ne per er	regated refe	erence accou	unt;		
CBF - Free	- number items a	r of fre are not	ee o sho	cap bi own	Cl ts (or	NT – aggr ne per er	regated refe	erence accou	unt;		
CBF - Free	- numbe items a	r of fre are not	ee o sho	cap bi own	Cl ts (or	VT – aggr ne per er	regated refe	erence accou	unt;		
CBF - Free	- number items a	r of fre are not	ee o sho	cap bi own	C1 .ts (or	NT – aggr ne per er	regated refe	erence accor	unt;		
CBF - Free Index	- number items a 	r of fre are not 	ee o sho [9]	cap bi own 	C1 .ts (or	NT - aggr ne per er [8]	regated refe	[7]	[6]		
CBF - Free Indez	- number items a CBF	r of fre are not [[4	ee o sho [9] []	cap bi own 	C1 .ts (or	VT – aggr ne per er [8] [3]	regated refe	erence accon [7] [2]	[6] [1]		
CBF - Free Indez [5] [0]	- number items a c CBF	r of fre are not [[4	ee o sho [9] []	cap bi own	C1 .ts (or	NT – aggr ne per er [8] [3]	regated refe	erence accon [7] [2]	unt; [6] [1]		
CBF - Free Indez [5] [0]	- number items a CBF	r of fre are not [[4	ee o sho [9] []	cap bi own	C1 .ts (or	NT – aggr ne per er [8] [3]	regated refe	erence accon [7] [2]	unt; [6] [1]		
CBF - Free Indez [5] [0] 	- number items a CBF	r of fre are not [[4	ee c shc [9] []	cap bi own 	C1 .ts (or	NT - aggr ne per er [8] [3]	regated refe	erence accon [7] [2]	unt; [6] [1]		
CBF - Free [5] [0] 	- number items a CBF	r of fre are not [4	ee (sho [9] 1]	cap bi own 	C1 .ts (or	NT - aggr ne per er [8] [3]	regated ref	erence accor [7] [2]	unt; [6] [1]		
CBF - Free [5] [0] 13	- number items a c CBF	r of fre are not [4 212/0/1	ee c sho [9] 4]	cap bi own	C1 .ts (or	VT - aggr ne per er [8] [3] F	regated refo	erence accon [7] [2] Free	unt; [6] [1]	Free	

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 225/0/1

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 plat	form ha	ardware	capac	ity a	cl					
Class	ification	Mgr Tca	am Resou	urces							
Key:	Ttlent -	Total 1	CAM ent	tries,	QoSe	nt - Ç	OS TCA	AM entri	ies, LO	J - LOUS	з,
	RBLent -	RBACL 7	CAM ent	tries,	Lbl	- Labe	els, TO	CP - TCH	P Flags	,	
	Dstbl -	Destinf	Eo Table	e, Etł	ıcam	- Ethe	ertype	Cam Tak	ole,		
	ACTtbl -	Account	ing Tab	ole, V	76ext	- V6 E	Extn Ho	lr Table	5		
Modu	le Ttlent	QoSent	RBLent	Lbl	LOU	TCP	Dstbl	Ethcam	ACTtbl	V6ext	
1	38	7%	0%	1%	96%	100%	18	0%	0%	0%	
3	3%	7%	0%	18	96%	100%	18	0%	0%	0%	
4	3%	78	0%	1%	96%	100%	1%	0%	0%	0%	

96% **100%**

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.

2%

0%

0%

0%

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

3%

6

7%

0%

1%

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

Class	ification	Mgr Tca	am Resou	irces							
Key:	Ttlent -	Total 7	rcam ent	tries	, QoSe	nt -	QOS TCA	AM entri	ies, LOU	J - LOUs,	
	RBLent -	RBACL TCAM entries, Lbl - Labels, TCP - TCP Flags,									
Dstbl – Destinfo Table, Ethcam – Ethertype Cam Table,											
	ACTtbl -	Account	ting Tal	ole, v	V6ext	- V6	Extn Ho	dr Table	2		
Modu	le Ttlent	QoSent	RBLent	Lbl	LOU	TCP	Dstbl	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	28	7%	0%	1%	1%	0%	28	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: T	tlent -	Total	TCAM ent	tries,	QoSe	nt -	QoS TC	AM entr:	ies, LOU	J - LOUs,	
R	BLent -	RBACL	TCAM ent	tries,	Lbl	- Lab	oels, T	CP - TCI	P Flags	,	
Dstbl - Destinfo Table, Ethcam - Ethertype Cam Table,											
ACTtbl - Accounting Table, V6ext - V6 Extn Hdr Table											
Module	Ttlent	QoSent	RBLent	Lbl	LOU	TCP	Dstbl	Ethcam	ACTtbl	V6ext	
1	3%	7%	0%	1%	96%	0%	1%	0%	0%	0%	

1	3%	7%	0%	1%	96%	0%	1%	0%	08	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 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 1451 1470 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 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 1481 1490

Sup2T(config-ext-nacl)#exit
Sup2T(config)#int vlan 12
Sup2T(config-if)#ip access-group al2 in

Super(coning in) #ip access group and in

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

Sup2T:	Sup2T#show platform hardware capacity acl										
Class	Classification Mgr Tcam Resources										
Key:	Ttlent -	Total 7	rcam ent	tries,	QoSer	nt - Ç	OS TCA	M entri	les, LOU	J - LOUS	,
	RBLent - RBACL TCAM entries, Lbl - Labels, TCP - TCP Flags,										
	Dstbl – Destinfo Table, Ethcam – Ethertype Cam Table,										
	ACTtbl -	Account	ing Tab	ole, V	/6ext -	- V6 E	Extn Ho	lr Table	2		
Modu	le Ttlent	QoSent	RBLent	Lbl	LOU	TCP	Dstbl	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 an	лу				

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:200000D dir:0 feature:0 proto:0

RSLT	CNT

```
fno:0
```

tcam:B, bank:0, prot:0 Aces - 192.168.14.2 I V 16136 **14** 0 0 0 192.168.14.1 1650 0 0 1 ------ -0x0000000000000038 0 I M 16136 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 255.255.255.255 0xFFFF 0 0 0xF I V 16137 **14** 0 0 0 192.168.14.1 1648 0 0 1 - ----- -- 192.168.14.2 0x0000000000000038 I M 16137 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 255.255.255.255 0xFFFE 0 0 0xF I V 16138 **14** 0 0 0 192.168.14.1 - 192.168.14.2 1632 0 0 1 -0x000000000000038 ____ -0 I M 16138 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 255.255.255.255 0xFFF0 0 0 0xF **14** 0 0 0 192.168.14.1 - 192.168.14.2 I V 16139 1600 0 0 1 -0x0000000000000038 ----- -0 I M 16139 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 255.255.255.255 0xF I V 16140 **14** 0 0 0 192.168.14.1 - 192.168.14.2 - 1 0 1 -_____ 0x0000000000000038 _ 0

Sup2T#**show platform software acl capmap tcam B label 14** Shadow Capmap Table Entry For TCAM B

RST/INV/CNT for	rmat: RST - result CNT - aggrega	value; INV - inve ted reference acco	erted; punt;
of free cap bi re not shown	ts (one per entry);	
[9] [4]	[8] [3]	[7] [2]	[6] [1]
 12/0/1 Free	Free Free	Free Free	Free Free
	RST/INV/CNT for of free cap bi re not shown [9] [4] 12/0/1 Free	RST/INV/CNT format: RST - result CNT - aggrega of free cap bits (one per entry re not shown [9] [8] [4] [3] 12/0/1 Free Free Free	RST/INV/CNT format: RST - result value; INV - inve CNT - aggregated reference acco of free cap bits (one per entry); re not shown [9] [8] [7] [4] [3] [2] [4] [3] [2]

Aqui está uma explicação do que aconteceu. Como os registros de LOU estão cheios, você não pode mais instalar nenhuma L4Ops nova lá e nada pode ser referenciado na tabela de mapa. Neste estágio, você ainda tenta instalar os L4Ops em TCAM expandindo-os. Se as L4Ops não puderem ser expandidas, você alterna por software a interface inteira na direção indicada.

O que implica o uso de um registro de LOU de 100%? Seu TCAM começa a ser preenchido

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 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

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
```

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 al-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

0x0000E010000D00B tcp host 192.168.1.10 host 192.168.2.10 dscp eq 46 0x00000000080D00B ip any any

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

mls_if	_index	:8096000 d	dir:0	feature	e:1 proto:0				
pass#(UAPRSE MLGFI: 's' me) featu 7: U-ur 2 M-mpl 2 ans se	res g, A-ack, s_plus_ip_ t; 'u' mea	P-psł _pkt, ans ur	n, R-rs; L-L4_hc nset; '	t, S-syn, F- dr_vld, G-gp -' means don	fin id_pres 't care 	ent,F-global_ 	fmt_match, 	I-ife/ofe
I IP_DA RSLT	INDEX	LABEL FS DST_PORT	ACOS F FF CNT	AS L4PROT	IF TCP-F:UAPRS	SA F MLGFI	SRC_PORT OtherL4OPs		

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

fno:0

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

Ι	V	16238	2	0	0	0	192.168.1.10	- 192.168.2.10
-	0	0	1	-			dscp=46;	0x0000E0100000D00B
0								
Ι	М	16238	0x1FFF	0	0x00	0x000	255.255.255.255	- 255.255.255.255
-	0	0 02	хF					
Ι	V	16239	2	0	0	0	0.0.0	- 0.0.0.0
-	0	0	0	-			-	0x00000000080D00B

0								
I	М	1623	39 Ox1FFF	0 0x00	0x000	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 _____ [9] Index CBF [8] [7] [6] [5] [3] [2] [1] [0] _____ ____ _____ ____ _____ FreeFreeFreeFreeFreeFree2/1/1 2 8 212/0/1 Free Free

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	LOUO B register
1	LOUO A register
2	LOU1 B register
3	LOU1 A register

snip

Δ

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

${\tt Sup2T} \# {\tt show platform hardware acl lou}$

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

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 af33
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
$\frac{7}{2}/1/1$	07171	5/1/1	1/ 1/ 1	5/1/1

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) %PM-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:

```
Current configuration : 176 bytes
1
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-qpid present, F-qlobal 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 3 0 0 0 192.168.1.1
                                       - 192.168.2.1
- 0 0 1 -
                                       0x0000E010005D100B
                ____
                       -
0
I M 16238 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255
                                       - 255.255.255.255
- 0 0 0xF
         3 0 0 0
I V 16239
                         0.0.0.0
                                              0.0.0.0
- 0 0 0
                ____
           -
                          _
                                       0x00000000080D00B
0
I M 16239 0x1FFF 0 0x00 0x000
                         0.0.0.0
                                             0.0.0.0
                                       -
- 0 0 0x0
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
_____
Index CBF
          [9]
                     [8]
                                [7]
                                           [6]
                    [3]
[5]
          [4]
                               [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 <u>CSCuq24924</u> 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.