

# Менеджер EARL 8 классификации: поведенческое исследование LOUs, L4Op и таблиц Сартар

## Содержание

[Введение](#)

[Общие сведения](#)

[Программа таблицы Сартар и регистры LOU](#)

[Пример практического применения #1 - ACL с флагами TCP](#)

[Пример практического применения #2 - 100%-е использование регистра LOU](#)

[Пример практического применения #3 - программирование QoS с L4Op](#)

## Введение

Менеджер классификации (CM) управляет Ternary Content Addressable Memory (TCAM) классификации и привязанными ресурсами, такими как метки, Модули Логической операции (LOUs), сартар записи и другие. Сервисы CM используются Менеджером функции (FM) и Менеджером QoS (QM) для программирования множеств технических разделов для поддержки Cisco функции Качества обслуживания (QoS) и IOS® Access Control List (ACL). Этот документ описывает, как LOUs и Операции Уровня 4 (L4Op) запрограммированы в сартар таблицу. Это предоставляет сценарии отказов, типы ошибок, с которыми вы, как правило, встречаетесь в этих ситуациях, и что необходимо вывести из этих ошибок.

## Общие сведения

**LOUs и L4Op** - LOUs обозначает Модули Логической операции, которые являются аппаратными регистрами, которые используются для хранения {оператора, операнд} кортежи для номеров портов TCP/UDP, заданных в ACL и Списках контроля доступом VLAN (VACL). Эти кортежи также вызывают как L4Op. Например, при соответствии с хостом X хоста Y  $gt$  1023 тогда кортеж становится { $gt$ , 1023}.

**L4Op** - операции уровня 4.

**Таблицы Сартар** - L4Op, описанные ранее, запрограммированы в регистры LOU, на которые ссылаются записи в сартар таблицах. Каждая сартар таблица имеет предел 10 (каждый зарезервирован для направления, которое переводит предел в нерабочее состояние девять), записи (L4Op). Таблицы Сартар индексированы самой меткой TCAM.

Существует два TCAM, A и B; каждый TCAM имеет метки 8К. Для каждого TCAM существует одна сартар таблица 2К записей. Так как каждый TCAM имеет метки 8К, существует 4:1



fno:0

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; 0x00000000000000038
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; 0x00000000000000038
0
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
- 0 0 0 - ----- dscp=3; 0x00000000000000038
0
I M 16368 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 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; 0x00000000000000038
0
I M 16369 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 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; 0x00000000000000038
0
I M 16370 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0
I V 16371 2049 0 0 0 0.0.0.0 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- - 0x00000000040000038
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

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 32738 4097 0 0 0 1.1.1.2 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- dscp=9; 0x00000000000000038
0

```

```

I M 32738 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 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; 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 - ----- - 0x00000000040000038
0
I M 32745 0x1FFF 0 0x00 0x000 0.0.0.0 - 0.0.0.0
- 0 0 0x0

```

Метка TCAM, выделенная для interface VLAN 1, является 2049, и метка TCAM, выделенная interface VLAN 2, 4097. Это означает, что оба из этих интерфейсов используют ту же сартап таблицу для ссылки на регистры LOU для их программирования L4Op.

Можно подтвердить это с этой командой (пять ACE в ACL a1, и четыре ACE в a2 ACL подразумевает, что необходимо рассмотреть сартап таблицу как полную):

```

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

```

Таким образом, теперь, на данном этапе, при попытке установить другой основанный на L4Op Элемент управления доступом (ACE), который не расширяем ни для одного из этих интерфейсов, вы не получили бы свободную сартап запись доступная ошибка.

```

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

```

Это приводит к программному обеспечению, соединяющему весь интерфейс, который потенциально вызвал бы более медленную коммутацию, высокую загрузку ЦП и другие связанные проблемы.

**Примечание:** Идентификатор ошибки Cisco [CSCuo02666](#) был повышен для решения этой проблемы. Самое большое изменение в логике, которую это представляет, - то, как выделены метки TCAM. Теперь Cisco выделяет метки TCAM постоянно (2,3,4,5, и так далее) до 2048 вместо в разрывах 2К. Это означает, что сартар таблицы больше не разделяются с начала.

Помните, что ограничены LOUs, как любой другой аппаратный ресурс. Существуют в общей сложности 104 LOUs доступны для использования:

```
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      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
```

## Программа таблицы Сартар и регистры LOU

Таблицы Сартар используются только, когда операции L4 должны быть приняты во внимание. Обратите внимание на то, что соответствие на Кодовой точке дифференцированных сервисов (DSCP) / Класс обслуживания (CoS) оценивает, также рассмотрен как L4Op. Вот простой пример (использующий версию кода, которая включает исправление CSCuo02666), что этот документ основывается инкрементно:

```
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
```

Это правильно запрограммировано в 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  -  -----          -               0x00000000040000038
0
I M 32745 0x1FFF 0 0x00 0x000          0.0.0.0        -   0.0.0.0
- 0 0      0x0
```

На таблицы Сартар ссылаются через саму метку TCAM. Можно использовать метку TCAM в программном обеспечении `show platform [аппаратные средства] acl сартар tcam <> метка`

<> команда для просмотра соответствующей таблицы (программное обеспечение или аппаратные средства) для этой метки 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]
-----
  1      212  0  0  0  0  0  0  0  0  0
```

Ничто не выделено в сартар таблице для этой метки. Определенный ACL не имеет никаких L4Op; нет никакого требования для установки записи в сартар таблице.

Измените этот ACE на это:

```
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
```

Посмотрите на сартар таблицу снова.

```
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]
-----
-----
  1     9      Reserved      Free      Free      Free
Free   Free      Free      Free      Free      Free
Free
```

Если вы непосредственно составляете уравнение к port-number, он не рассчитывает как L4Op также.

Измените его на это:

```
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
```

Исследуйте сартар таблицу еще раз:

```
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]
-----
-----
-----

```

```

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

```

В сартап таблице существует теперь запись. ACE был преобразован в 3/1/1 в сартап таблице. Это имеет формат RST/INV/CNT. RST здесь задает, какие LOU регистрируются, этот L4Op был установлен в, и CNT описывает объединенный счет для этого LOU (дополнительные сведения об этом позже). Посмотрите на эти выходные данные, чтобы понять, как индексировано значение RST:

```

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

```

Вы видите что значение L4op\_sel 0 точек к регистру LOU0 B, значение 1 точки к LOU0 регистр, значение 2 точек к регистру LOU1 B, значение 3 точек к регистру LOU1 B, и так далее. Регистр всегда программируется сначала. Выходные данные 3/1/1 имеют больше смысла теперь, когда вы видите это.

В этих выходных данных, 3 средства, что L4Op был запрограммирован в LOU1 регистр. Можно также проверить, где L4Op запрограммирован при изучении содержания регистров LOU непосредственно:

```

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\*

Как вы можете видеть, (gt, X) кортеж запрограммирован как (LT, X+1) в регистрах LOU.

**Примечание:** L4Op запрограммированы в регистры LOU ONLY, когда они применены к интерфейсам. Если ACL созданы с L4Op (без ACL, фактически применяемого к интерфейсу), он не программирует применимые L4Op в регистры LOU.

Удалите ACL из interface VLAN 1 и посмотрите на регистры LOU снова:

```

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\*

## Пример практического применения #1 - ACL с флагами TCP

Флаги TCP имеют специальный набор регистров, выделенных в диапазоне регистров LOU. Можно посмотреть этот диапазон через `acl` программного обеспечения `show platform capmap сопоставление` команды как показано здесь:

```

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
.....
.....

```



```

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

```

В данном примере флаг TCP запрограммирован в регистре 224 (это соответствует первому доступному регистру для флагов TCP). Составной счет для этого соответствует количеству потоков TCP (ACE чтения) с тем же флагом TCP.

Добавьте другой ACE к текущему ACL a13. Это должно иметь другой флаг TCP:

```

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

```

При рассмотрении сармар таблицы снова вы видите, что используется другой регистр TCP:

```

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

```

Таким образом, как вы видите, программирование сделано на флаг; для каждого флага используется независимый регистр TCP, и вы поддерживаете количество против этого. Это означает, что для каждого флага вы также используете одну сармар запись. Это далее подразумевает, что технически вы не можете фактически пойти вне девяти флагов в вашем ACL, или вы достигнете предела сармар перед 16 пределами флага TCP.

Увеличьте масштаб своих флагов TCP так, чтобы вы достигли предела регистра TCP для наблюдения то, что происходит. Данный пример показывает несколько ACL, которые были настроены и применены к другой interface vlan для достижения 100%-го использования

регистра TCP как показано здесь:

```
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%

На данном этапе, если вы решаете настроить другой ACL с уникальным флагом TCP (или комбинация флагов TCP, которая делает его уникальным), и примените это к интерфейсу, тогда необходимо программировать новый флаг TCP (или комбинация флагов) к регистру TCP. Однако нет никаких доступных аппаратных регистров. В этой ситуации вы соединяете весь интерфейс.

```
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
```

## Пример практического применения #2 - 100%-е использование регистра LOU

Помните, что LOUs являются ограниченным ресурсом - у можно закончиться пространство для тех также. Можно контролировать использование LOU с этой командой:

```
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%

Масштабируйте ACL для использования большего количества LOUs. После установки нескольких ACL (с командой диапазона, которая берет два регистра LOU, и A и B), данный пример показывает 96%-е использование 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%

Создайте другой ACL и примените это к интерфейсу, который заставил бы использование LOU идти вне 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
```

Пример достиг 100%-го использования LOU; однако, заметьте, что не было получено никакое сообщение об ошибках.

```
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%

Вот другой тест. Теперь, когда LOU в 100%, возьмите очень простой L4Op и попытку установить это для интерфейса. Настройте этот 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
```

Примените это входящее к 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
```

Посмотрите на TCAM для этой VLAN теперь:

```
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
```

L4Op были расширены. При рассмотрении сартар таблицы для этой метки TCAM вы видите, что ничто не установлено.

```
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
RSLT				CNT			

```
-----
```

fno:0

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

I	V	16136	14	0	0	0	192.168.14.1	-	192.168.14.2
1650	0	0	1	-	-----	-			0x00000000000000038
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 - 192.168.14.2
1648 0 0 1 - ----- - 0x00000000000000038
0
I M 16137 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 255.255.255.255
0xFFFFE 0 0 0xF
I V 16138    14 0 0 0 192.168.14.1 - 192.168.14.2
1632 0 0 1 - ----- - 0x00000000000000038
0
I M 16138 0x1FFF 0 0x00 0x000 255.255.255.255 - 255.255.255.255
0xFFFF0 0 0 0xF
I V 16139    14 0 0 0 192.168.14.1 - 192.168.14.2
1600 0 0 1 - ----- - 0x00000000000000038
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 - ----- - 0x00000000000000038
0

```

Sup2T#show platform software acl capmap tcam B label 14

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]  
-----  
-----

```

14 9 212/0/1 Free Free Free
Free Free Free Free Free
Free

```

Вот пояснение того, что произошло. Поскольку регистры LOU полны, вы больше не можете устанавливать новые L4Op там, и ни на что нельзя сослаться в сартап таблице. На данном этапе вы все еще пытаетесь установить L4Op в TCAM путем расширения их. Если L4Op нерасширяемы, то вы программный коммутатор весь интерфейс в данном направлении.

Что делает 100%-е использование регистра LOU, подразумевают? Ваш TCAM начинает заполняться быстро (из-за расширения L4Op). При попытке установить нерасширяемые L4Op, то с текущей реализацией, ваш весь интерфейс соединил программное обеспечение.

Как есть теперь, когда вы пытаетесь установить нерасширяемый L4Op в такой ситуации, ошибка только генерируется. Данный пример модифицировал текущий ACL a13, который был применен к interface VLAN 13 с добавлением нерасширяемого L4Op.

```

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

## Пример практического применения #3 - программирование QoS с L4Op

Политики QoS могли бы также сослаться на L4Op; эти L4Op должны быть установлены как любой другой L4Op. Это подразумевает, что для интерфейса, даже для ваших политик QoS, вы ограничены ограничениями, которые по сути имеют сартар таблицы и LOUs. Вот пример для иллюстрирования этого скромно:

```
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
```

Данный пример имеет policy-map, совпадающий с class-map, который вызывает access-list a1, который совпадает с трафиком от 192.168.1.10 до 192.168.2.10, который отмечен Ускоренной пересылкой (EF). Соответствие на DSCP-значении является нерасширяемым L4Op; это требуется, чтобы быть запрограммированным в регистр LOU и сосланным через запись в сартар таблице. Этот policy-map теперь установлен входящий к 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
```

Для рассмотрения программирования QoS для интерфейса используйте эту команду:



```
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
0x0000000000080D00B ip any any
```

Детализация этой команды дает вам, для чего используется метка TCAM на этом интерфейсе.

```
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 - - - - - -          0x0000000000080D00B
0
I M 16239 0x1FFF 0 0x00 0x000 0.0.0.0          - 0.0.0.0
- 0 0      0x0
```

Метка TCAM, которая используется, равняется 2. Посмотрите на сартап таблицу для этого теперь:

```
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
-----
-----

```

**Примечание:** Для TCAM QoS необходимо задать номер модуля. Без этого выходные данные не приводят ни к каким результатам.

```
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\*

Значение LOU 2 точек к LOU1, зарегистрируйте В. Можно подтвердить это программирование с этой командой:

```
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\*

Увеличьте масштаб конфигурации.

```
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      Free 2/1/8

```

Это больше не использует записи; вместо этого, это увеличивает составной подсчет ссылок против самой первой записи, которая целесообразна. От сартап таблицы и перспективы регистра LOU, нет никакого беспокойства по поводу источника и назначения. Это просто хранит информацию L4Op. Так как это совпадает против того же DSCP-значения на всех ACE, вам только нужна одна запись для того DSCP-значения.

Модифицируйте это так, чтобы вы использовали девять других DSCP-значений.

```

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

```

Теперь при рассмотрении сартап таблицы вы видите, что это полно:

```

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

```

Вот то, что происходит, при попытке установить другую нерасширяемую основанную на L4Op запись:

```

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)
%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
```

Посмотрите на TCAM для этого интерфейса теперь:

```
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
```

Ни одна из Характеристик QoS больше не устанавливается в TCAM для этого интерфейса.

Заметьте, что маркировка не использует L4Op. Таким образом, если у вас есть простой ACL, который не имеет L4Op, и вы устанавливаете DSCP-значение на соответствии, никакие регистры LOU не используются для этого. Например:

```
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
```

Это применено к интерфейсу 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 a1-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
```

```
-----
-----
-----
-----
```

```
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
I V 16239      3 0 0 0 0.0.0.0 - 0.0.0.0
- 0 0 0 - ----- - 0x0000000000080D00B
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]
[5]    [4]      [3]          [2]          [1]
[0]
-----
-----
-----
3      9 212/0/1          Free          Free          Free
Free          Free      Free          Free          Free
Free

```