FreeBSD□ RACK □ □□ TCP □□

by Randall Stewart and Michael TÜxen

□□ : ***Tuxen.pdf***

2017□□ FreeBSD□ TCP □□□ □□□□ □□ TCP □□□ □□□ □ □□ □□□□□ . □□□ □□ □□ TCP □□□ □□□ □□□□□ □□□ □□ □□ □□□ □□ □□□ □□ □ □□□□ . □□ □□□ □□□ □□ TCP □□ □□ □□□□□ . SYN-Cookies □□ , □□□ □□ , □□ □□□ IP □□□ □□□□ □ TCP □□□□□ □□□ □□ □□ TCP □□□□ □□□ □□ □□□ □□□ SYN-Cache □□□ □ □□□□ . □□□ □□□ TCP □□□ □□□ □□□ TCP □□□ □□ □□□□□ , □ TCP □□□ TCP □□□ □□ □□ □□ □□□ □ □□□□ .

TCP RACK □□□ tcp_do_segment() □□□ □□ □□ □□□□ □□ □□□ □□ □□□□ □□□ TCP □□□ □□□ □□□□□ □□□ □□□□□□□ . □□ □□□ □□ □□ (RACK)□□□ □□ □□ □□□□ □□ □□□ □□□□ □□□□□□ . RACK□ □□□ □□□ □□□□ □□□ , 2021□□ RFC 8985□ □□□□□ . □ TCP □□□ □□□ RACK□ □□□□ □□□□□□ . □□□ TCP RACK □□□ □□□ RFC 8985□ □□ □□□ □□□□ □ □□□□ □□□□□□ . □□□□ □□□□ □□□ □□ (SACK) □□□ □□□□ □□□ □□ □□□ □□□□□ . TCP RACK □□□□□ □□□ □□ □□□ □□□□ □□ □□ □□□□ □□□ □□□□ □□□ □□□ □□□□ RFC 8985□ □□□ RACK □□ □□□ □□□ □ □□□□ . □ □□□□□ □□ □□ □□□ □□□□□□ □ □□□ □□□□ □□□□ .

TCP RACK □□ □□ □□

RACK □□□ FreeBSD CURRENT□ FreeBSD 14.0 □□□□ □□□ □ □□□□ . □□ □□□ □ □□□ □□□□ □□□ FreeBSD □□□ □□ □□□□ .

FreeBSD 14.0□ □□ □□ □□ □□□ □□ □ □□ □□□□ □□□ .

```
option TCPHPTS
makeoptions WITH_EXTRA_TCP_STACKS=1
```

□ □□□□ □□□ □□ □□□□□ . □ □□ □□ TCP □□□ □□□ □□□ (HPTS)□ □□□ □□□□□ □□□□□ . □ □□ □□ TCP RACK □□□ □□ □□ □□ □□ (tcp_rack.ko)□ □□□□ □□□□□ . TCP RACK □□□ □□□□□ □□ □□□ □□□□ □□□ .

```
tcp_rack_load="YES"
```

□ □□□ □□□□ □□□ /boot/loader.conf □□□ □□ □□ □□□□ □□□ □ □□□□ .

FreeBSD CURRENT□□□ TCP RACK□ HPTS□ □□ □□□□□ □□ □□□ □□□□□ . tcphpts.ko□ tcp_rack.ko□ □□□□□ □□□□ □□□□□ , □□□ kldload□ □□□□ □□□□ □□□ . □□□□ □□□ TCP RACK □□□ □□□□□ /boot/loader.conf □□□ □□ □ □□ □□□□ □□□ :

```
tcphpts_load="YES"
tcp_rack_load="YES"
```

□□ □□ □□□ □□ □ □□ □□□□ □□□ □□ □□□□ FreeBSD CURRENT□ □□□ TCP RACK □□□ □□□□ □□□□ □□ □□□□ .

```
option TCPHPTS
option TCP_RACK
```

TCP □□ □□□□ □□□ TCP □□□ □□□□ □□□□□ □□ □□□□ □□□ , □□ FreeBSD 14.0 □□□ □□ 64□□ □□□□ FreeBSD CURRENT□□ TCP □□□□ □□ (□□ TCP_BLACKBOX)□ □□□□ □□□□ □□□□ .

```
sysctl net.inet.tcp.functions_available
```

□□ FreeBSD □□□□□ TCP RACK □□□ □□□ □ □□ □□ □□□ □□□□□ . □□□ □□□□ □□ □□□ □□ TCP □□ □□□ □□□□□ .

□ □□□ □□□ FreeBSD 14.1 □□□□□ TCP RACK □□□ □□□□ □□□ □□□ FreeBSD CURRENT □ □□□□□ .

TCP RACK □□□ □□□ □□□□ □□□ □□ □□□ □□□ , □□□ □□□□□□□ □□ □□ □□□ □□□□ □□□ □□ □□□ □□□□□ .

sysctl-variable net.inet.tcp.functions_default□ socket(2) □□□ □□□ □□□□ □□□ □ TCP □□□□□□ □□□□ □□ TCP □□□ □□□□ □ □□□□□ . □□□ □□□□ □□ □□□ TCP RACK □□□□ □□□□□ .

```
sysctl net.inet.tcp.functions_default=rack
```

/etc/sysctl.conf □□□ □ □□ □□□□ □□□ □□□ □ TCP RACK □□□ □□ TCP □□□ □□□ .

```
net.inet.tcp.functions_default=rack
```

listener□ □□ TCP □□□□□□ □□□□ listener□□ TCP □□□ □□□□□ sysctl-variable net.inet.tcp.functions_inherit_listen_socket_stack□ 0□ □□□ □□ 0□□□ □□ □□ TCP □□□

□□□□ □□□ . □ □□□ □□□□ 1□□□ .

□ □□□ □□□ □□□□ □□□ □□ tcpsso(8) □□□ □□□ □□□□ □□ TCP □□□ TCP □□□ □□□ □□ □□□□ .

□□ □□□ □□□ □ □□ □□ , TCP_FUNCTION_BLK□□ □□□ IPPROTO_TCP □□ □□ □□□ □□□□ □□□ □□ □□ TCP □□□ TCP RACK □□□□ □□□ □ □□□□ . □□ □□ □□□ □□□ tcp_function_set□□□ . □□ □□ , □□ □□□ □□ □□□□□ :

```
struct tcp_function_set tfs;


strncpy(tfs.function_set_name, “rack”, TCP_FUNCTION_NAME_LEN_MAX);
tfs.pcbcnt = 0;
setsockopt(fd, IPPROTO_TCP, TCP_FUNCTION_BLK, &tfs, sizeof(tfs));
```

TCP RACK □□□ □□□□ □□ TCP □□□ □□ □□□□ □□ □□ □□□ □□□ □ □□□□ . □□□ □□ □ □□□□ net.inet.tcp.rack□ IPPROTO_TCP □□ □□ □□ □□ sysctl-variables□ □□ □□□ □ □□□□ .

TCP RACK □□□ □□

□□ □□□□□ TCP RACK □□□ □□□□ □□ □□□ □□□ □□ □□□□□ .

RACK/TLP

Recent Acknowledgement (RACK)□ Tail Loss Probe (TLP)□ TCP RACK □□□ □□□ □ □□ □□□□□ . RACK□ □□ □□□ □□□□ □□□□ □□□□□ □□□ □□□□□ . FreeBSD □□ □□□□ □□□□ RFC 5681□ □□□ □□ □□□ TCP □□□ □□□□ □□□□ □□ □□ □ □□ □□ □□ □□ SACK□ □□ □□ □□□ □□□ □□□ . □□ □□ □□□ 4□ □□□□ □□□ □□ , □□ □□ □□□ □□ □□□ □□□ □□□ TCP □□□ □□□□ □□□□ □□□ . RACK□ □□ □□□□ SACK□ □□□□ □ □□□ □□□ □□□ □ □□□ □□□ □□□ □□ □□ □□□□ □□□□□ □□□ . □□□ □□□ □□□□ □□ □□ (□□□□□ □□ RTT□□ □□ □ □□), □□ RACK □□□□ □□□□ □ □□□□ □□□□ □□□□□ . □□□ □□ □□□ □□ □□□ □□ □□□□ □□□ □□□□ □□ □□ □□ (□□□ □□□□)□ □□□□□ . □□□ □□□ TLP□ □□□□□ . □ □□ TCP RACK □□□ □□□□ □□□ □□□ □□□ □□□ □□ TLP □□□□ □□□□□ . TLP □□□□ □□□□ TCP RACK □□□ □ □□□□ □□ □□□□□ □□□ □□□□□ □□□□ . □ TLP □□ □□□□□ □□□ □□□□ □□ □□□□ □□□□□ □□□□ □□□ □□ □□□ (□□□ □□□ □□□ □□) TLP□ SACK□ □□□□ □□□ □□ □□□ □□□□ □□ □□□□ □□ □□ □□□□□ □□□□ □□ □□ 1 MSS□ □□□□ □□□□ .

TCP RACK [illegible] RACK, TLP [illegible] .
[illegible] .

Proportional Rate Reduction (PRR)

[illegible] (PRR), TCP RACK [illegible] , RFC 6937 [illegible] IETF [illegible] . PRR [illegible] . RFC 5681 [illegible] TCP [illegible] . [illegible] . [illegible] . PRR [illegible] . [illegible] RTT [illegible] .

RACK Rapid Recovery (RRR)

RACK Rapid Recovery(RRR) [illegible] . [illegible] TCP RACK [illegible] SACK [illegible] RACK [illegible] RACK [illegible] . RACK [illegible] (RACK [illegible] 1ms [illegible]), TCP RACK [illegible] . [illegible] PRR [illegible] PRR [illegible] . [illegible] RRR [illegible] 3 [illegible] , PRR [illegible] 6 [illegible] .

[illegible] (QoE) [illegible] . [illegible] , [illegible] 12Mbps [illegible] RRR [illegible] . [illegible] RRR [illegible] . [illegible] (MTU) 1500 [illegible] 12Mbps [illegible] .

SACK Attack Detection

[illegible] . TCP RACK [illegible] TCP RACK [illegible] TCP [illegible] CPU [illegible] . [illegible] SACK [illegible] .

TCP RACK [illegible] TCP_SAD_DETECTION [illegible] . SAD SACK [illegible] (SAD) [illegible] . [illegible] TCP RACK [illegible]

□ □□□ □□□□ □ □□□□ .

```
option TCP_SAD_DETECTION
```

□□ □□□□ □□□□□ □□ □□□□ . □□□□ □□□ □□□□ , □□□□ □□ □□□□ SACK □□□ □□□□□□□□ . □□□ □□ □□ □□□ □□□ □□□□□ □□□ □□□□ □□ □□□ □□□□ . □□□ SACK□ □□□□□ □□ □□□ □□□□ □□□ □□□ . □□□ □□ □□ □□□ □□□□ □□□□□ □□□ □□□ □ □□□□ .

Burst Mitigation

□□□ □□ □□□ □□□ □□ □□ TCP RACK □□□ □□□□ □□□□ . □□□□ □□□□ □□ □□□ □□ □□□ □□□ □□ (□□ □□□ □□)□ □□□□ □□ □□□□ □□□□□ (□ □□ □□□□ □□) □□□□ □□ □□□□ □□ □ □□ □□□□ □□□□□ □□□□□ . □□□ □□ □□□ □□□ □□□ □ □□ □□□ □□□□ □□□□ □ □□□ □□□ .

Support for TCP Blackbox Logging (BBLog)

TCP RACK □□□ □□□□ □□ □ □□□ □□□□ □□□□ □□ □□ □ □□□ □□ TCP □□□□ □□□ □□□□□ □□□□□ □□□□ . □□ □□ □□□ □□□□ □□ □□□ □□ □□□ □□ □□ □□ □ □□□□ .

Large Receive Offload (LRO) Integration for Burst Mitigation

TCP □□□ □□ □□□□ (LRO)□ □□□ □□ □□ TCP □□□□□ □□□ □□□□□ □□□ TCP □□□□ □□□□ □□ □□□□ □□□ CPU □□□□ □□□ □□□□□ . □□ □□ □□ □□ □□□□□ □□ □□□ □□□□ □□□ □□□ , TCP □□□□ □□□□ □□ TCP □□□□ □□ □□□□ □□□ □□□ CPU □□□□ □□ □ □□□□ .

□□□□ □□ □□ □□□ TCP RACK □□□□ □□□□ □ □ □□□□ □□ LRO □□□ □□□ □□□ □□ □□□□□ . TCP □□□ □□□ □□□ □□□□ □□ , □□ □□□ □ □□ □□□□ □ □□ □□□□ □□□ □□□ □□□□ . □ □□□ □□ □□ □□□ □□ □□ □□□ □□□□ □□ □□ TCP RACK □□□□ □□□ □ □□□ LRO □□□ □□□□□□□ . □□□□□ □□□ □□□□ □□ LRO □□□ □□□ TCP RACK □□□ □□ □□□ □□ □□ □ □□ □□□ □□□□ □□□ □□□□□ . □□□□ □□□ □□□ □□ □□ □□□□ □□ □□□ □□ □□□ □□□ □ □□□□ . TCP RACK □□□ □□□ □□ □□ □□□□ □□□□ □□ , □□□□ □□□□ □□□□ □□□ □□ □□□□ □□□ □ □□ □□□ □□□□□ □□□□□ . □□□ □□□ □□ IP □□ □□□ □□□□□ □□□ CPU □□□□ □□□ □□ □□ □ □□□□ .

A Host of Alternate Features

□ □□□ □□□ □□ □□□ sysctl-variables□ □□ TCP RACK □□□□ □□ □□□ □□□ □ □□□□ . □□ TCP RACK □□□ □□□ , □□□ □□ □□ , □□ □□ □□ □ □□□ □□□ □□□□ □□ 58□□ □□ □□□ □□□□□ . □□ □□ □□□ , □□ □□□ □□ □□□ □□□□□ □□□ TCP RACK □□ □□ □□□ □□□□ □□ □ 150□□ sysctl-variables□ □□□□□ . □□□ □□ □□□ □□□ □□ □□□□ □□□ □□□□□ □□ TCP RACK □□□ □□□ □ □□□□ .

□□□□ TCP RACK □□□ □□□□□ □□

□□□□□ □□ TCP RACK □□□ □□□□ □□□ , FreeBSD □□ □□□ □□□□□ □□□□ □□□□ . □□□□□ TCP RACK □□□ □□□□ □□□ □□ □□□ □□□ □□□ □□□□ . □□□□□ □□□ □□□ □□□ □□ □□□ TCP RACK □□□ □□□□ □□□□ . □□ □□ □□□□ □□ □□ □□ □□□ □□□ □□□ "□□ " TCP RACK □□□ □□□□□ .

□□□□□ □□□□ □□□□ □□□ □□□ □□ □□ □□ □□ TCP RACK □□□ □□□□ □□□□□ . □□ □□ □ TCP □□□ □□ □□ □□ TCP □□□ □□ □□□□ □□□□ QoE □ CPU □□□ □□□□ □□□□□ . □□ TCP RACK □□□ □□ TCP RACK □□□□ □□□ □□□□□ □ □□ □□ , □□□□ □□ □□□□□ □□ TCP RACK □□□□ □□□□□ . □□ TCP RACK □□□ □□ □□□ □□ □□□□□ □□ □□□□□ .

TCP RACK □□□ □□□ □□□ □□□ □□□□ □□□□□ □□ □□□ □□□ □□□□ □□□ □□□ □ □□□□ . □□□□ □□□□ □□ □□ □□ □□ □□□□□ □□□ □□□ □□□ □□ □□ □□ □□ □□ □ □□□□ , □□ □□ □□□□□ □ □□ □□□□ □□□ □□ □□□ □□□□□ □□□ QoE□ □□□ □ □□□□ .

□□ □ □□

TCP RACK □□□ FreeBSD □□ □□□ □□ □□□ □□□ □□□□□ . □ □□ □□□ □□□ □□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□ □ □□ TCP □□□ □□□ □ □□ □□□ □□□ □□□□□ .

TCP RACK □□□ □□□□ □□□ □□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□□□□□ . □□□ □□ □□□ □□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□ . □□□ □□□□ □□□ □□□□□□ , □□□ □□□ □□□□□□ TCP RACK □□□ □□□□ □□□ □□□□□□□ . □□□ □□ □□□□ □□□ □□□ net@freebsd.org □□ □ □□□ □□□□□ □□□ □□□ . □□□ □ □□ □□□□ □□ , TCP RACK □□□ □□ FreeBSD□ □□ □□□ □ □□ □□□□ .

□□ □□□□ (rrs@freebsd.org)□ 40□ □□ □□□□ □□□□ , 10□ □□ FreeBSD □□□□ □□□□ □□□□ . □□ TCP□ SCTP□ □□□ □□□ □□□□ □□□ □□□□□ □□ □□□□ □□□ □□ □□□□ . □□ □□□□□□ □□ □□□ □□□□ TCP □□□ □□□□ □□□ □□□ QoE□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□ □□□□ .

□□□ □□ (tuexen@freebsd.org)□ □□□ □□□□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□ 2009□□□ FreeBSD □□ □□□□ □□□□ □□□□ . □□ □□ □□□ SCTP□ TCP□ □□ □□ □□□□□ IETF□□□ □□□ , □□□ FreeBSD□□□ □□□□□ .

Revision #2
Created 21 April 2024 08:57:33 by □□□□ (MeatDumpling)
Updated 21 April 2024 09:48:29 by □□□□ (MeatDumpling)