

# Messung von Verzögerungen, Jitter und Paketverlusten mit Cisco IOS SAA und RTTMON

## Inhalt

### [Einführung](#)

### [Messung von Verzögerungen, Jitter und Paketverlusten für sprachfähige Datennetzwerke](#)

### [Die Bedeutung von Messverzögerungen, Jitter und Paketverlusten](#)

### [Definieren von Verzögerungen, Jitter und Paketverlusten](#)

### [SAA und RTTMON](#)

### [Bereitstellen von Delay- und Jitter Agent-Routern](#)

### [Einsatzbereiche](#)

### [Simulieren eines Sprachanrufs](#)

### [Bereitstellungsbeispiel für Verzögerungen und Jitter-Tests](#)

### [Beispieldatensammlungen](#)

### [Abrufen der MIB-Tabellen](#)

### [Proaktive Überwachung von Schwellenwerten](#)

### [SAA-Schwellwertbefehl](#)

### [RMON-Alarm und -Ereignis](#)

### [Anhang](#)

### [Jitter-Berechnungen in Cisco SAA Delay Jitter Probes](#)

### [Hardware- und Software-Konfigurationen des Jitter-Sonde-Routers mit Verzögerung und Jitter](#)

### [Zugehörige Informationen](#)

## [Einführung](#)

Dieses Dokument beschreibt Methoden zur Messung von Verzögerungen, Jitter und Paketverlusten im Datennetzwerk mithilfe der Funktionen Cisco IOS® Service Assurance Agent (SAA) und Round Trip Time Monitor (RTTMON) sowie der Cisco Router.

## [Messung von Verzögerungen, Jitter und Paketverlusten für sprachfähige Datennetzwerke](#)

### [Die Bedeutung von Messverzögerungen, Jitter und Paketverlusten](#)

Mit der Entwicklung neuer Anwendungen in Datennetzwerken wird es für Kunden immer wichtiger, die Auswirkungen neuer Anwendungsbereitstellungen präzise vorherzusagen. Noch vor nicht allzu langer Zeit war es einfach, Anwendungen Bandbreite zuzuweisen, und die Anwendungen konnten sich über die Timeout- und Reübertragungsfunktionen der Protokolle der oberen Schichten an die explosionsartige Zunahme von Datenverkehrsflüssen anpassen. Heute sind jedoch neue Anwendungen wie Sprache und Video anfälliger für Änderungen der Übertragungsmerkmale von

Datennetzwerken. Um eine erfolgreiche Implementierung sicherzustellen, müssen die Datenverkehrsmerkmale des Netzwerks vor der Bereitstellung neuer Anwendungen in der Welt verstanden werden.

## Definieren von Verzögerungen, Jitter und Paketverlusten

Voice over IP (VoIP) ist anfällig für Netzwerkverhalten, das als "Delay and Jitter" bezeichnet wird und die Sprachanwendung so stark beeinträchtigen kann, dass sie für den durchschnittlichen Benutzer inakzeptabel ist. Verzögerung ist die Zeit, die von einem Punkt zu einem Punkt in einem Netzwerk benötigt wird. Die Verzögerung kann entweder als unidirektionale oder als Round-Trip-Verzögerung gemessen werden. Für unidirektionale Verzögerungsberechnungen sind teure, hoch entwickelte Testgeräte erforderlich, die über das Budget und die Kompetenz der meisten Unternehmenskunden hinausgehen. Die Messung von Round-Trip-Verzögerungen ist jedoch einfacher und erfordert weniger kostspielige Geräte. Um eine allgemeine Messung der unidirektionalen Verzögerung zu erhalten, messen Sie die Round-Trip-Verzögerung, und teilen Sie das Ergebnis durch zwei. VoIP toleriert in der Regel Verzögerungen von bis zu 150 ms, bevor die Qualität des Anrufs nicht akzeptabel ist.

Jitter ist die *Variante* der Verzögerung von einem Punkt zum anderen. Wenn die Verzögerung der Übertragungen bei einem VoIP-Anruf zu stark variiert, wird die Anrufqualität erheblich beeinträchtigt. Die im Netzwerk tolerierbare Anzahl an Jitter hängt von der Tiefe des Jitter-Puffers auf den Netzwerkgeräten im Sprachpfad ab. Je mehr Jitter-Puffer zur Verfügung stehen, desto mehr kann das Netzwerk die Auswirkungen von Jitter reduzieren.

Der Paketverlust geht Pakete entlang des Datenpfads verloren, wodurch die Sprachanwendung erheblich beeinträchtigt wird.

Vor der Bereitstellung von VoIP-Anwendungen ist es wichtig, die Verzögerungen, Jitter und Paketverluste im Datennetzwerk zu bewerten, um festzustellen, ob die Sprachanwendungen funktionieren. Die Messungen von Verzögerungen, Jitter und Paketverlusten können dann das richtige Design und die richtige Konfiguration der Priorisierung des Datenverkehrs sowie die Pufferung von Parametern in der Datennetzwerk-ausrüstung unterstützen.

## SAA und RTTMON

SAA und RTTMON MIB sind Cisco IOS Softwarefunktionen ab Version 12.0 (5)T. Mit diesen Funktionen können Sie Verzögerungs-, Jitter- und Paketverluststatistiken im Datennetzwerk testen und erfassen. Internetwork Performance Monitor (IPM) ist eine Cisco Netzwerkverwaltungsanwendung, die die Funktionen konfigurieren und die SAA- und RTTMON-Daten überwachen kann. Die SAA- und RTTMON-Funktionen können zur Messung von Verzögerungen, Jitter und Paketverlusten verwendet werden, indem kleine Cisco IOS-Router als Agenten zur Simulation von Endstationen beim Kunden bereitgestellt werden. Die Router werden als Verzögerungs- und Jitter-Tests bezeichnet. Darüber hinaus können die Verzögerungs- und Jitterproben mit dem RMON-Alarm- und Ereignisauslöser (Remote Monitoring) konfiguriert werden, sobald die Ausgangswerte ermittelt wurden. Dadurch können Verzögerungs- und Jitter-Tests das Netzwerk auf vorab festgelegte Verzögerungs- und Jitter-Servicelevel überwachen und Network Management System (NMS)-Stationen benachrichtigen, wenn ein Grenzwert überschritten wird.

## Bereitstellen von Delay- und Jitter Agent-Routern

## Einsatzbereiche

Verzögerungen und Jitter können durch die Bereitstellung von Cisco Routern ab 17xx mit dem Cisco IOS Software-Code ab Version 12.05T und die Konfiguration der Cisco IOS SAA-Funktionen gemessen werden. Die Router sollten in den Campus-Netzwerken neben den Hosts angeordnet werden. Dieser stellt Statistiken für End-to-End-Verbindungen bereit. Da es nicht praktikabel ist, alle möglichen Sprachpfade im Netzwerk zu messen, platzieren Sie die Sonden an typischen Host-Standorten, um eine statistische Probenahme typischer Sprachpfade zu ermöglichen. Einige Beispiele:

- Lokaler Campus-to-Campus-Pfad
- Ein lokaler Campus-zu-Remote-Campus-Pfad über einen Frame-Relay-Circuit mit 384 Kbit/s
- Ein lokaler Campus-to-Remote-Campus über einen ATM Permanent Virtual Circuit (PVC)

Bei VoIP-Bereitstellungen, bei denen herkömmliche Telefone verwendet werden, die mit Cisco Routern verbunden sind und FXS-Ports (Foreign Exchange Station) verwenden, verwenden Sie den mit den Telefonen verbundenen Router, um Verzögerungs- und Jitter-Tests durchzuführen. Nach der Bereitstellung erfasst die Sonde Statistiken und füllt SNMP-MIB-Tabellen (Simple Network Management Protocol) im Router aus. Der Zugriff auf die Daten erfolgt dann entweder über die Cisco IPM-Anwendung oder über SNMP-Polling-Tools. Darüber hinaus kann nach Festlegung der Baseline-Werte die SAA so konfiguriert werden, dass sie Alarme an eine NMS-Station sendet, wenn die Schwellenwerte für Verzögerungen, Jitter und Paketverluste überschritten werden.

## Simulieren eines Sprachanrufs

Eine der Stärken von SAA als Testmechanismus besteht darin, dass ein Sprachanruf simuliert werden kann. Stellen Sie sich beispielsweise vor, Sie möchten einen G.711-Sprachanruf simulieren. Sie wissen, dass sie die RTP/UDP-Ports 14384 und höher verwendet, etwa 64 Kbit/s und die Paketgröße 200 Byte {(160 Byte Nutzlast + 40 Byte für IP/UDP/RTP (unkomprimiert))}. Sie können diese Art von Datenverkehr simulieren, indem Sie die SAA-Verzögerung/Jitter-Anfrage wie unten gezeigt einrichten.

Die Jitter-Operation muss Folgendes tun:

- Senden Sie die Anfrage an den RTP/UDP-Port mit der Nummer 14384.
- Senden Sie 172-Byte-Pakete (160 Payload + 12-Byte-RTP-Headergröße) + 28 Byte (IP + UDP).
- Senden Sie 3000 Pakete für jeden Frequenzzyklus.
- Senden Sie jedes Paket im Abstand von 20 Millisekunden für eine Dauer von 60 Sekunden und schlafen Sie 10 Sekunden, bevor Sie mit dem nächsten Frequenzzyklus beginnen.

Diese Parameter geben 64 Kbit/s für 60 Sekunden an.

- $(3.000 \text{ Datagramme} * 160 \text{ Byte pro Datagramm}) / 60 \text{ Sekunden} * 8 \text{ Bit pro Byte} = 64 \text{ Kbit/s}$

Die Konfiguration auf dem Router wird wie folgt angezeigt:

```
rtr 1
type jitter dest-ipaddr 172.18.179.10 dest-port 14384 num-packets 3000+
request-data-size 172*
frequency 70
rtr schedule 1 life 2147483647 start-time now
```

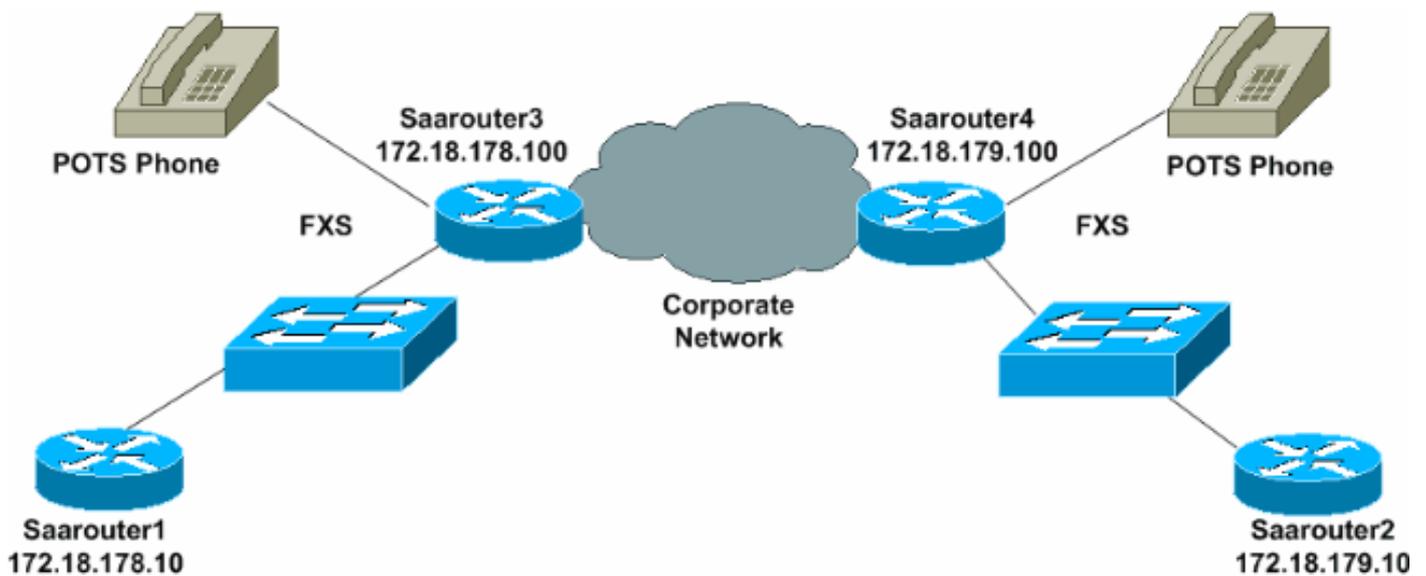
**Hinweis:** IP+UDP wird in der Anforderungsdatengröße nicht berücksichtigt, da der Router diese automatisch zur internen Größe hinzufügt.

**Hinweis:** Derzeit unterstützt Cisco IOS nur 1.000 Pakete pro Vorgang. Diese Obergrenze wird in einer zukünftigen Version angehoben.

## Bereitstellungsbeispiel für Verzögerungen und Jitter-Tests

Die Router im folgenden Beispiel simulieren 60-Sekunden-Sprachanrufe alle 60 Sekunden und zeichnen Verzögerung, Jitter und Paketverlust in beide Richtungen auf.

**Hinweis:** Die Verzögerungsberechnungen sind Round-Trip-Zeiten und müssen durch zwei dividiert werden, um die unidirektionale Verzögerung zu erhalten.



```
saarrouter1#  
rtr responder  
rtr 1  
type jitter dest-ipaddr 172.18.179.10 dest-port 14384 num-packets 1000  
request-data-size 492  
frequency 60  
rtr schedule 1 life 2147483647 start-time now
```

```
saarrouter2#  
rtr responder  
rtr 1  
type jitter dest-ipaddr 172.18.178.10 dest-port 14385 num-packets 1000  
request-data-size 492  
rtr schedule 1 life 2147483647 start-time now
```

```
saarrouter3#  
rtr responder  
rtr 1  
type jitter dest-ipaddr 172.18.179.100 dest-port 14385 num-packets 1000  
request-data-size 492  
frequency 60  
rtr schedule 1 life 2147483647 start-time now
```

```
saarrouter4#  
rtr responder  
rtr 1
```

```
type jitter dest-ipaddr 172.18.178.100 dest-port 14385 num-packets 1000
request-data-size 492
frequency 60
rtr schedule 1 life 2147483647 start-time now
```

## Beispieldatensammlungen

### Abrufen der MIB-Tabellen

Die Verzögerungs- und Jitter-Tests beginnen mit der Erfassung von Daten, die anschließend in SNMP MIB-Tabellen gespeichert werden. Die Tabelle "rttMonStats" stellt einen Durchschnitt von einer Stunde aller Jitter-Vorgänge in der letzten Stunde bereit. Die Tabelle rttMonLatestJitterOper stellt die Werte des letzten abgeschlossenen Vorgangs bereit. Allgemeine Statistiken zu Verzögerungen und Jitter finden Sie stündlich in der Tabelle rttMonStats. Detailliertere Statistiken finden Sie in der Tabelle rttMonLatestJitterOper, die eine höhere Frequenz als die Jitter-Operation bietet. Wenn beispielsweise die Verzögerungs- und Jitter-Sonde Jitter alle fünf Minuten berechnet, sollte die MIB in keinem Intervall weniger als fünf Minuten abgefragt werden.

Die folgende Screenshot-Erfassung zeigt Daten aus der rttMonJitterStatsTable, die aus einer HP OpenView Network Node Manager MIB-Umfrage erfasst wurden.

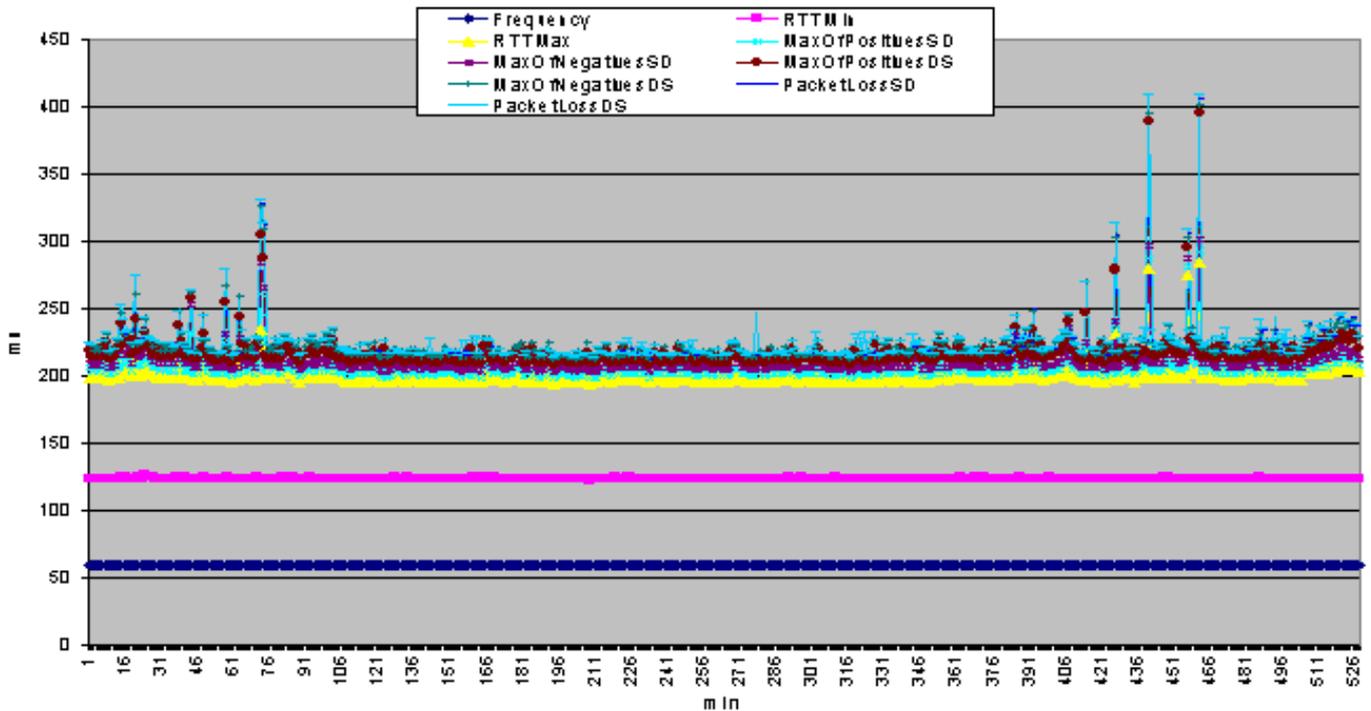
The screenshot shows the HP OpenView Network Node Manager MIB browser interface. The main window displays the MIB Object ID: .iso.org.dod.internet.private.enterprises.cisco.ciscoMgt.ciscoRttMonMIB.ciscoRttMonObjects.rttMonStats.rttMonJitterStatsTable. The selected MIB Instance is rttMonJitterStatsCompletions.100.119798706. The SNMP Set Value is empty. The MIB Values section shows the following data:

MIB Object ID	Value
rttMonJitterStatsCompletions.100.119798706	60
rttMonJitterStatsCompletions.100.120158706	24
rttMonJitterStatsOverThresholds.100.119798706	0
rttMonJitterStatsOverThresholds.100.120158706	0
rttMonJitterStatsNumOfRTT.100.119798706	600
rttMonJitterStatsNumOfRTT.100.120158706	240
rttMonJitterStatsRTTSum.100.119798706	403
rttMonJitterStatsRTTSum.100.120158706	385
rttMonJitterStatsRTTSum2Low.100.119798706	521
rttMonJitterStatsRTTSum2Low.100.120158706	675
rttMonJitterStatsRTTSum2High.100.119798706	0
rttMonJitterStatsRTTSum2High.100.120158706	0
rttMonJitterStatsRTTMin.100.119798706	1
rttMonJitterStatsRTTMin.100.120158706	1
rttMonJitterStatsRTTMax.100.119798706	2
rttMonJitterStatsRTTMax.100.120158706	2
rttMonJitterStatsMinOffPositivesSE.100.119798706	1
rttMonJitterStatsMinOffPositivesSE.100.120158706	1
rttMonJitterStatsMaxOffPositivesSE.100.119798706	1
rttMonJitterStatsMaxOffPositivesSE.100.120158706	1
rttMonJitterStatsNumOffPositivesSE.100.119798706	12

### Beispiel für einen SAA-Bericht

Das folgende SAA-Datagramm ist eine Kompilierung von Datenpunkten mit Verzögerungen, Jitter und Paketverlusten über einen Zeitraum von acht Stunden für ein Paar von Verzögerungs- und

## Jitterproben.



## Beispiele für Befehlszeilendaten

Die Daten können auch mit dem Befehl Cisco IOS **show** in der Befehlszeile der Verzögerungs- und Jitterproben angezeigt werden. Mit einem Perl Expect-Skript können Daten aus der Befehlszeile erfasst und zur späteren Analyse in eine Textdatei exportiert werden. Darüber hinaus können die Befehlszeilendaten auch zur Echtzeitüberwachung und Fehlerbehebung von Verzögerungen, Jitter und Paketverlusten verwendet werden.

Das folgende Beispiel zeigt die Befehlsausgabe des Befehls **show rtr collection-stats** auf dem Router saarrouter1.

```
#show rtr collection-stats 100
```

```
Collected Statistics
```

```
Entry Number: 100
```

```
Target Address: 172.16.71.243, Port Number: 16384
```

```
Start Time: 13:06:04.000 09:25:00 Tue Mar 21 2000
```

```
RTT Values:
```

```
NumOfRTT: 600 RTTSum: 873 RTTSum2: 1431
```

```
Packet Loss Values:
```

```
PacketLossSD: 0 PacketLossDS: 0
```

```
PacketOutOfSequence: 0 PacketMIA: 0 PacketLateArrival: 0
```

```
InternalError: 0 Busies: 0
```

```
Jitter Values:
```

```
MinOfPositivesSD: 1 MaxOfPositivesSD: 1
```

```
NumOfPositivesSD: 23 SumOfPositivesSD: 23 Sum2PositivesSD: 23
```

```
MinOfNegativesSD: 1 MaxOfNegativesSD: 1
```

```
NumOfNegativesSD: 1 SumOfNegativesSD: 1 Sum2NegativesSD: 1
```

```
MinOfPositivesDS: 1 MaxOfPositivesDS: 1
```

```
NumOfPositivesDS: 7 SumOfPositivesDS: 7 Sum2PositivesDS: 7
```

```
MinOfNegativesDS: 1 MaxOfNegativesDS: 1
```

```
NumOfNegativesDS: 18 SumOfNegativesDS: 18 Sum2NegativesDS: 18
```

```
Entry Number: 100
Target Address: 172.16.71.243, Port Number: 16384
Start Time: 14:06:04.000 09:25:00 Tue Mar 21 2000
RTT Values:
NumOfRTT: 590   RTTSum: 869   RTTSum2: 1497
Packet Loss Values:
PacketLossSD: 0 PacketLossDS: 0
PacketOutOfSequence: 0 PacketMIA: 0   PacketLateArrival: 0
InternalError: 0   Busies: 0
Jitter Values:
MinOfPositivesSD: 1   MaxOfPositivesSD: 1
NumOfPositivesSD: 29   SumOfPositivesSD: 29   Sum2PositivesSD: 29
MinOfNegativesSD: 1   MaxOfNegativesSD: 1
NumOfNegativesSD: 7   SumOfNegativesSD: 7   Sum2NegativesSD: 7
MinOfPositivesDS: 1   MaxOfPositivesDS: 1
NumOfPositivesDS: 47   SumOfPositivesDS: 47   Sum2PositivesDS: 47
MinOfNegativesDS: 1   MaxOfNegativesDS: 1
NumOfNegativesDS: 5   SumOfNegativesDS: 5   Sum2NegativesDS: 5
```

## Proaktive Überwachung von Schwellenwerten

Es gibt mehrere Möglichkeiten, die Verzögerungs-, Jitter- und Paketverluststufen im Netzwerk zu überwachen, sobald durch die erste Datenerfassung Ausgangswerte ermittelt wurden. Eine Möglichkeit besteht darin, den [Befehl SAA threshold zu](#) verwenden. Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung einer Funktion im Cisco IOS-Hauptcode, der [RMON Alarm and Event](#) heißt.

### SAA-Schwellenwertbefehl

Der Befehl für den SAA-Feature-Set-**Grenzwert** legt den steigenden Grenzwert (Hysterese) fest, der ein Reaktionsereignis generiert und Verlaufsinfos für den Vorgang speichert. Die folgende SAA-Schwellenwertkonfiguration für die Verzögerungs- und Jittersonde ermöglicht die Überwachung von Jitter und erstellt bei Überschreitung eines Schwellenwerts von 5 ms ein SNMP-Trap.

```
saarouter1#
rtr 100
rtr reaction-configuration 100 threshold-falling 5 threshold-type immediate
```

### RMON-Alarm und -Ereignis

Die Verzögerungs- und Jitter-Tests überwachen festgelegte Grenzwerte entweder mithilfe der Cisco IOS-Funktionen der SAA oder der Alarm- und Ereignismethode Cisco IOS RMON. In beiden Fällen überwacht der Router Verzögerungen, Jitter und Paketverluste und benachrichtigt die NMS-Stationen über SNMP-Traps bei Schwellenverletzungen.

Die folgende Konfiguration von RMON-Alarm- und Ereignisprotokollen bewirkt, dass saarouter1 ein SNMP-Trap generiert, wenn der steigende Grenzwert die maximale Round-Trip-Zeit von 140 ms überschreitet. Es sendet auch ein weiteres Trap, wenn die maximale Round-Trip-Zeit unter 100 ms fällt. Das Trap wird dann an das Protokoll auf dem Router sowie an die NMS-Station 172.16.71.19 gesendet.

```
saarouter1#
rmon alarm 10 rttMonJitterStatsRTTMax.100.120518706 1 absolute rising-threshold 140 100 falling-
threshold 100 101 owner jharp
```

```
rmon event 100 log trap private description max_rtt_exceeded owner jharp
rmon event 101 log trap private description rtt_max_threshold_reset owner jharp
```

## Anhang

### Jitter-Berechnungen in Cisco SAA Delay Jitter Probes

Jitter ist die Varianz der unidirektionalen Latenz und wird basierend auf dem Senden und Empfangen von Zeitstempeln von aufeinander folgenden ausgesendeten Paketen berechnet.

Zeitstempel	Absender	Responder
T1	Senden von pkt1	
T2		rev. pkt1
T3		Antwort für "pkt1" zurücksenden
T4	rev Antwort für Pkt1	
T5	Senden von pkt2	
T6		rev. pkt2
T7		Antwort für "pkt2" zurücksenden
T8	rev Antwort für Pkt2	

Verwenden Sie für Paket 1 und Paket 2 oben die folgenden Quell- und Zielberechnungen.

- Jitter von der Quelle zum Ziel (JitterSD) = (T6-T2) - (T5-T1)
- Jitter vom Ziel zur Quelle (JitterDS) = (T8-T4) - (T7-T3)

Jitter wird mit Zeitstempeln von jeweils zwei aufeinander folgenden Paketen berechnet. Beispiele:

```
Router1 send packet1 T1 = 0
Router2 receives packet1 T2 = 20 ms
Router2 sends back packet1 T3 = 40 ms
Router1 receives packet1 response T4 = 60 ms
Router1 sends packet2 T5 = 60 ms
Router2 receives packet2 T6 = 82 ms
Router2 sends back packet2 T7 = 104 ms
Router1 receives packet2 response T8 = 126 ms
```

```
Jitter from source to destination (JitterSD) = (T6-T2) - (T5-T1)
Jitter from source to destination (JitterSD) = (82 ms - 20 ms) - (60 ms - 0 ms) = 2 ms positive jitter SD
```

```
Jitter from destination to source (JitterDS) = (T8-T4) - (T7-T3)
Jitter from destination to source (JitterDS) = (126 ms - 60 ms) - (104 ms - 40 ms) = 2 ms positive jitter DS
```

### Hardware- und Software-Konfigurationen des Jitter-Sonde-Routers mit Verzögerung und Jitter

- **CISCO1720** - 10/100BaseT-Modularer Router mit zwei WAN-Steckplätzen und Cisco IOS IP-Software
- **MEM1700-16U24D** - Cisco 1700 16 MB bis 24 MB DRAM Factory-Upgrade
- **MEM1700-4U8MFC** - Cisco 1700, 4 MB bis 8 MB, Mini-Flash-Karte, werksseitiges Upgrade
- **CAB-AC** - Netzkabel, 110 V
- **S17CP-12.1.1T** - Cisco 1700 IOS IP PLUS

## Zugehörige Informationen

- [SAA-Benutzerhandbuch](#)
- [Technischer Support – Cisco Systems](#)