

Messung der Asymmetrie in Faserpaaren

Einführung

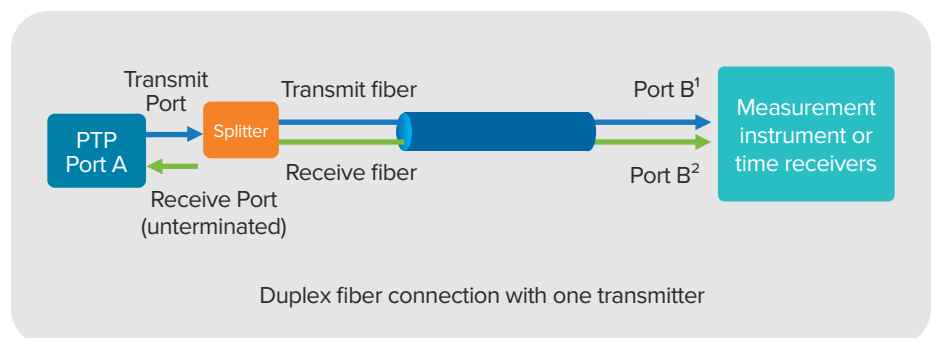
Es ist möglich, die Asymmetrie eines Faserpaares mit hoher Genauigkeit mithilfe eines vorhandenen Zeitgebers und eines Messinstruments auf der Empfangsseite zu messen, das in der Lage ist, die zeitliche Vorwärtsverzögerung ($T_2 - T_1$) auf beiden Kanälen gleichzeitig zu messen. T_1 ist der Zeitstempel, wenn die (Sync-) Nachricht gesendet wird. T_2 ist der Zeitstempel, wenn die (Sync-) Nachricht am fernen Ende eintrifft. Es ist nicht notwendig, dass die Uhren an beiden Enden in Frequenz oder Phase synchronisiert sind und die Messung ist weitgehend immun gegenüber jeglicher Drift auf den Uhren.

Das Messprinzip

Das Verfahren misst die Vorwärtslaufzeiten ($T_2 - T_1$) auf beiden Fasern. Die Asymmetriezeit berechnet sich als die Differenz zwischen den beiden gemessenen Vorwärtslaufzeiten:

$$\langle \text{Asymmetriezeit} \rangle = (T_2 - T_1 \text{ auf Tx-pfad}) - (T_2 - T_1 \text{ auf Rx-pfad})$$

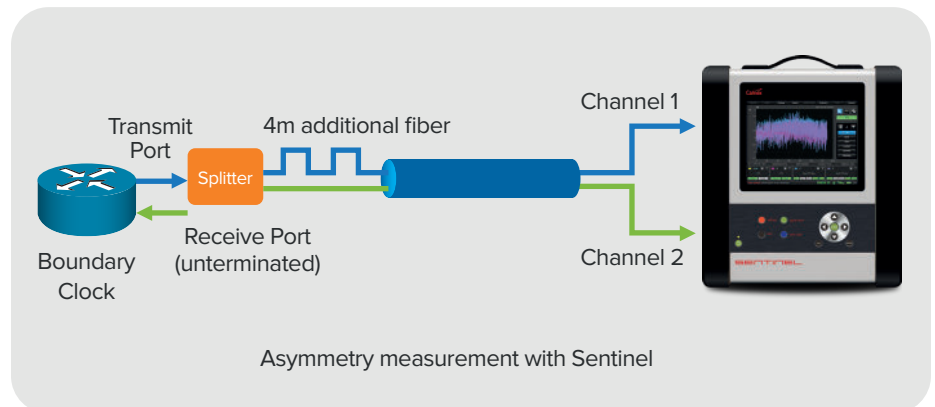
Es ist notwendig, dass die Sendeseite in der Lage ist, regelmäßig Sync- und Follow-up-Nachrichten zu senden, auch wenn im Ein-Schritt- oder Zwei-Schritt-Betrieb keine Antwort vom Zeitempänger empfangen wird. Jeder Fehler aufgrund von Abweichungen tritt auf beiden Pfaden in gleicher Weise auf und beeinflusst die Messung nicht. Die verwendeten Uhren an beiden Enden des Faserpaares müssen nicht synchron sein, da jeder Zeitunterschied zwischen den beiden Seiten in der Berechnung ausgeglichen wird. Das Verfahren erfordert zwei PTP-Ports auf der Empfangsseite des Messgeräts, die die gleiche Uhrzeit für die Zeitstempelung verwenden.



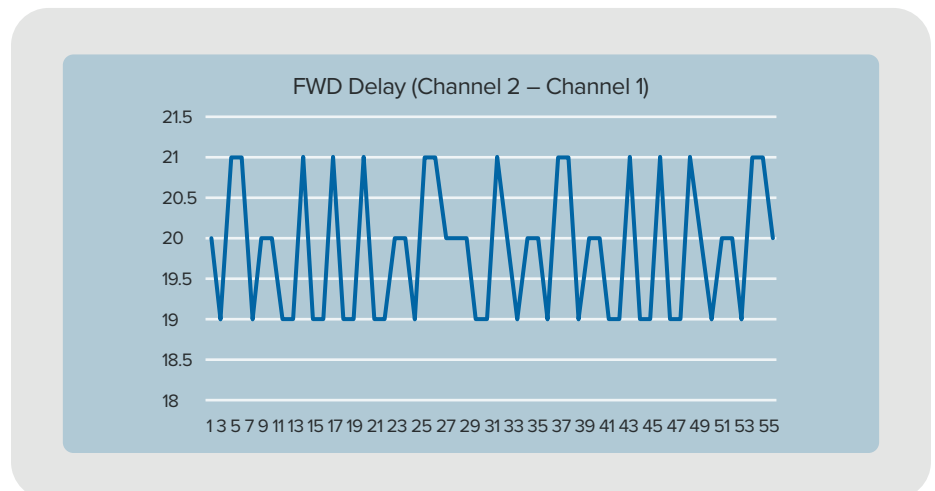
Um die Messung durchzuführen, wird das Sendesignal von einem PTP-Zeitgeber über einen optischen Splitter in zwei identische Signale dupliziert und über die Tx- und Rx-Fasern zum Messgerät gesendet. In Senderichtung muss auf jeder Faser eine ausreichende Signalstärke vorhanden sein, damit am fernen Ende noch genügend Signalstärke vorhanden ist, um es zu dekodieren. Diese Implementierung funktioniert möglicherweise auch nicht für Unicast Modus, es sei denn, beide Empfangs-Ports können auf derselben Adresse konfiguriert sein, um die Signale zu erkennen und unabhängig voneinander $T_2 - T_1$ zu messen. Das Verfahren setzt voraus, dass es keine unidirektionalen Komponenten im Signalpfad gibt. Insbesondere bei der Nutzung der Rx Faser in umgekehrter Richtung würde eine unidirektionale Komponente den Signalstrom unterbrechen. Das Messinstrument muss in der Lage sein, die Vorwärtsverzögerung ($T_2 - T_1$) in Abwesenheit eines vollständigen PTP-Protokoll Austauschs zu messen.

Die Sentinel-Lösung

Bei dieser Messung wird das Ausgangssignal eines Switches mit Boundary-Clock-Funktionalität in zwei Streams aufgeteilt. Einer speist den Rx Pfad, der andere den Tx Pfad. Dem Transitweg werden einseitig 4m Glasfaser hinzugefügt, um im Testbeispiel eine Asymmetrie künstlich herzustellen. Im echten Testfall eines Weitverkehrsnetzes können diese Asymmetrien weit größer ausfallen.



Das Sentinel Messgerät misst die Vorwärtsverzögerung ($T_2 - T_1$) auf den Eingangs-Kanälen 1 und 2. Die beiden Verzögerungen pro Messkanal kann angezeigt und die Differenz berechnet werden. Die Messdaten werden im Anschluss in einem Diagramm dargestellt.



Die Ergebnisse zeigen eine Verzögerungsdifferenz von 20 ns, die mit den 4 m zusätzlicher Glasfaser übereinstimmt. Wir rechnen mit einer Laufzeit von etwa 5ns pro Meter Glasfaser.

