



Transmission-Tests im Ethernet-LAN

Heutige, moderne Tester für Netzwerkverkabelungen sind für Installateure zunehmend mächtige und leistungsstarke Messgeräte zum Nachweis, dass die verlegte Kabelinstallation die geforderte Leistungsrate erfüllt. Neue Transmissions-Tester für LAN-Verkabelungen warten nun mit Leistungsmerkmalen auf, die Installateure und Systemintegratoren bislang nur im WAN-Bereich erwarten konnten – und dies mit extrem einfacher Bedienung.

Erst Ende der 1970er Jahre zogen Computer in die Büroräume großer Unternehmen ein. Doch es gab noch erhebliche Unterschiede zwischen den Netzkabeln, die die Hersteller der Computersysteme einsetzten. Verschiedene Computersysteme kommunizierten über unterschiedliche Protokolle, so dass eine Vielzahl von Kabeln und Steckverbindern mit jeweils eigenen mechanischen und elektrischen Eigenschaften verwendet wurden. Aufgrund der unterschiedlichen Kabel- und Steckverbinder-Optionen war es fast unmöglich, ein Gebäude mit einem einzigen Kabeltyp auszustatten, das alle Computersysteme unterstützte. Daher musste ein anbieterspezifisches („proprietäres“) Netzkabel verlegt werden, das die Anforderungen eines bestimmten Computersystems erfüllte. Jedoch haben proprietäre Kabel einen schwerwiegenden Nachteil, wenn das Computersystem später erweitert werden sollte. So musste der Kunde zwangsläufig beim gleichen Systemanbieter bleiben, wenn er die Verkabelung nicht komplett austauschen wollte. Hatte er dagegen vor, das Computersystem zu wechseln, musste er einen zusätzlichen Zeit- und Kostenaufwand einplanen, um das Gebäude neu zu verkabeln oder die vorhandene Netzwerkstruktur an das neue System anzupassen.

1983 hat die IEEE in ihrer Norm 802.3 die Ethernet-Spezifikationen definiert. Damit stand ein allgemein gültiges, nicht-proprietäres Netzwerkprotokoll zur Verfügung. Ein bereits installiertes Netzwerk mit proprietären Protokollen und Verdrahtungsplänen ließ sich mit Adaptern an den Ethernet-Standard anpassen. 1990 wurde die Norm IEEE 802.3i für 10Base-T-Netze veröffentlicht, die die Übertragung von Ethernet bei einer Datenrate von 10 Mbit/s über symmetrische, verdrehte Doppeladern („Twisted Pair“) spezifizierte. In den 1990er Jahren hatte sich das Ethernet dann als das dominante Protokoll für Computernetze durchgesetzt - denn es ist zuverlässig, preiswert und einfach zu installieren.

Aufgrund der allgemeinen Verfügbarkeit des Ethernet und weiterer Vorteile ist es auch heute in vielen Systemen außerhalb von Computernetzen noch das bevorzugte Protokoll. Traditionelle Geschäftstelefonssysteme gehen zu VoIP (Voice over Internet Protocol) über und IP-basierte Videoüberwachungsanlagen (CCTV) verdrängen die alten analogen CCTV-Systeme. Daneben ist das Ethernet immer häufiger auch bei Systemen der Zutrittskontrolle, Umgebungssteuerung und Beleuchtungsregelung, bei verteilten Audio/Video-Systemen, elektronischen Beschilderungen und zahlreichen anderen Anwendungen anzutreffen. Es steht mit verschiedenen Übertragungsgeschwindigkeiten zur Verfügung. Aktuell am häufigsten eingesetzt wird Gigabit Ethernet (GbE) mit einer Datenrate von 1 Gbit/s (1000 Mbit/s), das mindestens Kabel der Klasse D/Kategorie 5e erfordert und in der Norm IEEE 802.3ab definiert ist.

1991 hat der amerikanische Branchenverband TIA (Telecommunications Industry Association) die Norm TIA-568-A zur Verkabelung von Bürogebäuden veröffentlicht. Sie legte die Spezifikation für strukturierte Verkabelungen fest. Die strukturierte Verkabelung, die auch als universelle Gebäudeverkabelung (UGV) bezeichnet wird, definiert den physischen Aufbau der Verkabelung in einem Gebäude sowie die an das Kabel und die Steckverbinder gestellten Spezifikationen. Seit dieser Zeit haben die TIA und die ISO (Internationale Organisation für Normung) ihre jeweiligen



Verkabelungsnormen immer weiter aktualisiert, um die steigenden Datenraten des Ethernet und anderer Anwendungen zu berücksichtigen. Die Normenreihe ISO 11801 definiert ein aus Klassen bestehendes System. Den Anfang macht die Klasse C mit einer maximalen Frequenz von 16 MHz, während die höchste Klasse F_A eine Frequenz von bis 1000 MHz unterstützt. Die Normen TIA 568 wiederum definieren ein nach Kategorien organisiertes System, das von der Kategorie 3 mit 16 MHz bis zur Kategorie 6_A mit 500 MHz reicht.

Heute hat die TIA die Kategorien 3 und 5 von der Liste der empfohlenen Verkabelungskategorien gestrichen. Für jeden Arbeitsplatz bzw. jede Datendose werden nun mindestens zwei Leitungen der Kategorie 5e empfohlen.

Es gibt TIA-Spezifikationen der Kategorie 7 für Komponenten (Stecker und Buchsen) nicht aber für ganze Links / Channel. Daher ist es nicht möglich, ein System der Kategorie 7 zu installieren und vor Ort komplett nach einer TIA-Norm zu testen. Das ISO-Äquivalent ist die Klasse F / F_A für 600 MHz bzw. 1000 MHz. Beide Klassen nutzen RJ45-fremde Steckverbinder wie den TERA® von Siemon, den ARJ45® von Bel Stewart oder den EC7 von Kerpen.



TERA von Siemon



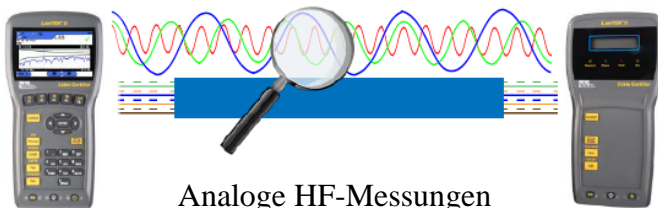
ARJ45 von Bel Stewart



EC7 von Kerpen | Leoni

Die ISO und die TIA wollen generische Leistungsstandards schaffen, die für alle Anwendungen gelten. Die Logik hinter allgemein gültigen Leistungsstandards besteht darin, dass ein Planer oder Installateur möglicherweise gar nicht weiß, welche Anwendungen ein Betreiber über das verlegte Kabelsystem übertragen wird. Daher müssen die Kabel so beschaffen und getestet sein, dass in einem bestimmten Frequenzbereich jede nur denkbare Anwendung unterstützt wird. Die TIA und die ISO spezifizieren eine Reihe von Messungen, die genutzt werden können, um die elektrischen Eigenschaften von LAN-Kabeln zu überprüfen. Damit wäre gewährleistet, dass dieses Kabel die Leistungsanforderungen der Kategorie 5e, 6 oder 6_A erfüllt.

Messungen wie NEXT, Rückflusdämpfung, Einfügedämpfung und Power Sum NEXT werden von sogenannten LAN-Kabelzertifizierern ausgeführt. Diese Zertifizierer speisen Signale über einen bestimmten Frequenzbereich in ein Kabel ein und führen an sehr niedrigen Signalpegeln hochpräzise Messungen aus. Technisch hoch entwickelt, mit zahlreichen Leistungsmerkmalen liegen diese Tester eher im hochpreisigen Segment - vielerorts wird auf die Anschaffung verzichtet und die Kabelinstallation bleibt ungetestet.



Analoge HF-Messungen

Kabelzertifizierer, wie der LanTEK® II, messen analog die elektrischen Kennwerte eines Kabels, um dessen Leistungspotenzial über einen definierten Frequenzbereich zu ermitteln. Dabei werden keine digitalen Daten über das Kabel übertragen.



Testroutinen an Weitverkehrsnetzen (WAN, Wide Area Network) erfolgen unter ganz anderen Aspekten. Anstatt die elektrischen Eigenschaften des Kabels zu überprüfen, wird hier mit einem Transmission-Tester die Übertragung der Daten zwischen zwei Punkten überprüft. Bei dieser Vorgehensweise ist es völlig unerheblich, welches Kabel mit welcher Leistungseinstufung verlegt wurde. Der Tester ignoriert das Medium, an dem die beiden Handgeräte angeschlossen sind. Ein Transmission-Tester besteht aus zwei aktiven Sendern/Empfängern, die eine Verbindung über ein Kabel oder ein Netzwerk aufbauen und Daten bei verschiedenen Raten übertragen. Auf diese Weise kann der Tester den maximalen Durchsatz, der ohne Übertragungsfehler erreichbar ist, ermitteln. Einem Transmission-Tester ist es „egal“, welcher Kategorie oder Klasse das Kabel angehört. Sein einziger Zweck besteht darin, Daten zwischen den beiden Handgeräten zu übertragen und die gemessene Fehlerrate bzw. den erzielten Durchsatz anzuzeigen.

Häufig können WAN-Transmission-Tester viele verschiedene Protokolle überprüfen und rangieren deshalb in einer kostspieligeren Kategorie. In lokalen Netzen müssen jedoch nur Ethernet-Strecken getestet werden, da praktisch jedes System in einer Büroumgebung über Ethernet kommuniziert. Da also nur das Ethernet unterstützt werden muss, können die Hersteller die Kosten für ihre LAN-Transmission-Tester wesentlich senken. Mit diesen Testern sind Installateure in der Lage, die Leistung des Netzkabels nachzuweisen, indem sie direkt überprüfen, ob es die geforderte Datenübertragung gewährleistet. Somit ist es unnötig, diese Eigenschaften indirekt aus der Messung der elektrischen Parameter des Kabels abzuleiten.

Das Konzept der Transmission-Tests ist den meisten LAN-Installateuren, denen bisher nur Kabelzertifizierer zur Verfügung standen, um ihre Installation auf anerkannte Leistungsstandards zu überprüfen, noch unbekannt. Im Prinzip erlaubt ein Transmission-Test, die einfache, direkte Überprüfung, ob das Produkt, das der Netzbetreiber vom Planer oder Installateur kauft, auch den Anforderungen entspricht. Letztendlich zahlt der Netzbetreiber nicht für das Kabel sondern für dessen Fähigkeit, die Daten möglichst schnell und zuverlässig von Punkt A zu Punkt B zu übertragen. Das Kabel selbst ist nur ein Mittel zum Zweck.

Transmission-Tester werden für gewöhnlich mit unterschiedlichen Messverfahren angeboten. Entweder überträgt er Daten bei einer festen Datenrate und gibt die während des Tests verlorenen Datenpakete oder Rahmen (Fehleranzahl) aus. Oder er sendet Daten bei veränderlichen Datenraten und Paketgrößen und meldet die höchste Geschwindigkeit, bei der die Daten noch fehlerfrei übertragen wurden. LAN-Installateure, die noch wenig Erfahrung mit Transmission-Testern besitzen und nach einem anerkannten Leistungsstandard testen müssen, um den Anforderungen des Kunden gerecht zu werden, sind mit einem einfachen Tester mit fester Datenrate am besten beraten. Die Tester SignalTEK® CT und SignalTEK® II FO von TREND NETWORKS führen Tests gemäß IEEE 802.3ab durch. Dieser Gigabit Ethernet-Standard spezifiziert den maximal zulässigen Paketverlust für Übertragungstests.

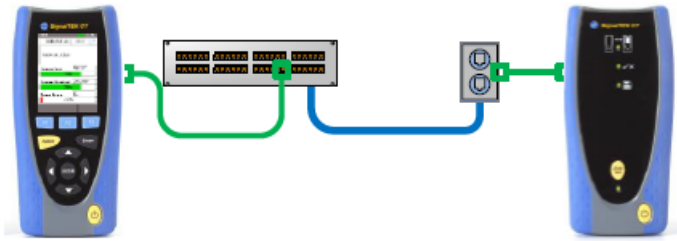


Transmission-Tester ermitteln die Übertragungsleistung, indem sie die, bei einer festen Datenrate, fallengelassenen Pakete oder die maximal erreichbare Datenrate messen, bei der noch keine Pakete verloren gingen.



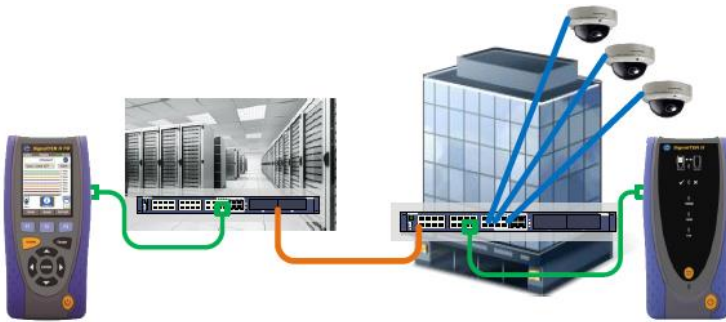
Obwohl sich ein Übertragungstest für Neueinsteiger kompliziert anhört, lässt er sich mit einem Tester, der von Anfang an auf die Anforderungen des Anwenders zugeschnitten ist, doch recht einfach ausführen. LAN-Installateure sind bei der Arbeit mit Kabelzertifizierern vertraut, die im Allgemeinen einfach zu bedienen sind, wenn sie denn korrekt konfiguriert wurden. Häufig ist dort lediglich die Klasse bzw. Kategorie des zu testenden Kabels einzustellen und das Testen der einzelnen Strecken kann beginnen. Eine mögliche, nicht unerhebliche Fehlerquelle ist die falsche Einstellung des Kabeltyps während des Tests. Ist der Zertifizierer versehentlich auf ein Kabel der Kategorie 5e eingestellt, die installierte Verkabelung gehört aber zur Kategorie 6, gibt es keinen anderen Ausweg, als alle Messungen noch einmal zu wiederholen. Ein kostspieliger „Luxus“, der die termingerechte Fertigstellung der Installation als Konsequenz haben kann. Ein gut durchdachter Transmission-Tester dagegen ist einfach zu bedienen und vermeidet zeitaufwändige Bedienerfehler. Da Transmission-Tester den Kabeltyp ignorieren, muss der Techniker im Prinzip kaum noch Einstellungen vornehmen. Ein Transmission-Tester überträgt die Daten unabhängig vom installierten Kabeltyp. Liegt eine Strecke der Kategorie 3 vor, wird ein Gigabit-Ethernet-Test mit Sicherheit als Fehler ausgegeben. Ein Kabel der Kategorie 5e sollte für gut befunden werden, wenn es aus Qualitätsmaterial besteht, nicht zu lang ist und korrekt abgeschlossen wurde. Ein Kabel der Kategorie 6, das die Anforderungen für Gigabit Ethernet spielend erfüllt, wird aufgrund der erheblichen Leistungsreserve sicherlich auch dann eine fehlerfreie Übertragung gewährleisten, auch für den Fall, dass es zu lang oder mangelhaft abgeschlossen ist. Transmission-Tester behandeln die genannten Beispiele völlig identisch: Entweder unterstützt das Kabel die fehlerfreie Übertragung der Daten oder nicht. Der Bediener muss den Tester nicht konfigurieren, um den Kabeltyp einzustellen.

Manche Transmission-Tester für LAN-Netze bieten darüber hinaus den Vorteil, dass sie nicht nur einfache Kabelstrecken sondern auch durch im Betrieb befindliche Netzwerk-Switches „hindurch“ messen können. In diesem Fall ist der Installateur in der Lage, die Übertragungsleistung des gesamten Netzwerks und nicht nur des einzelnen Kabels zu bestimmen. Eine extrem vorteilhafte Testerleistung für Integratoren, die IP/Ethernet-Systeme modernisieren oder hinzufügen müssen. Ein Unternehmen plant beispielsweise, sein bestehendes analoges Videoüberwachungssystem (CCTV) durch ein neues IP/Ethernet-CCTV-System zu ersetzen, möchte jedoch kein separates LAN installieren. Ein CCTV-Integrator mit dem richtigen LAN-Transmission-Tester, kann diesen so einstellen, dass er genau die Datenrate generiert, die das geplante CCTV-Überwachungssystem erzeugen wird. Der Tester wird lediglich an das kundenseitig vorhandene Netzwerk angeschlossen und überträgt die zusätzlichen Daten über das Netzwerk. Im weiteren Testablauf zählt das Messgerät die verloren gegangenen Pakete, falls der Switch die simulierte und zusätzlich zum vorhandenen LAN-Verkehr simulierte Datenlast nicht bewältigt. Anhand des Testergebnisses weiß der Techniker genau, ob er mit der Installation der IP-Kameras im vorhandenen Netzwerk fortfahren kann oder nicht. Sollte der Test aufgrund fallen gelassener Pakete nicht bestanden werden, kann dem Netzbetreiber die sachlich begründete Empfehlung ausgesprochen werden, das Netzwerk zu modernisieren, um die zukünftig benötigte Leistung zu gewährleisten. Kein Kabelzertifizierer ist in der Lage, in Betrieb befindliche, aktive Leitungen zu testen. Diese wertvolle Funktion bieten allein Transmission-Tester. Selbst wenn der Kunde eine vollständige Kabelzertifizierung fordert, (er)spart der Transmission-Betriebstest im Netzwerk den Integratoren und Netzbetreibern wertvolle Zeit und unangenehme Überraschungen, indem er die im gesamten Netzwerk verfügbare Leistungsreserve ermittelt - und nicht nur diejenige des Kabels.



Datenkabel Transmission-Tester SignalTEK® CT

Transmission-Tester gibt es in kostengünstigen Ausführungen. Sie überprüfen nur die Übertragungsleistung von passiven/inaktiven Kabelstrecken. Diese Geräte bieten sich für Elektroinstallateure an.



Netzwerk Transmission-Tester SignalTEK® II FO

Transmission-Tester der höheren Klasse überprüfen nicht nur passive Verkabelungsstrecken, sondern testen auch aktive Netzwerke durch Ethernet-Switches hindurch. In dieser Betriebsart kann der Techniker das gesamte Netzwerk einem Belastungstest unterziehen, indem er die Last zusätzlicher Geräte oder Dienste simuliert.

Diese Modelle bieten sich für Netzwerk-Manager oder Integratoren an, die IP-Systeme installieren.

Es ist empfehlenswert, die LAN-Verkabelung mit einer anerkannten Norm zu testen, um den Installateur zu schützen und dem Netzbetreiber zu belegen, dass er die bezahlte Leistung auch erhalten hat. Zu diesem Zweck werden seit mehr als 20 Jahren Kabelzertifizierer eingesetzt. Aufgrund der zunehmenden Verbreitung des Ethernet in fast allen Kommunikationssystemen von modernen Heim- und Enterprise-LANs sind die Installateure und Integratoren heute nicht länger gezwungen, auf Kabelzertifizierer zum Nachweis der Übertragungsleistung von Netzwerken zurückzugreifen. Zu betonen ist allerdings, dass Zertifizierer beim Testen von Datenverkabelungen auf jeden Fall ihre Berechtigung haben - insbesondere wenn es darum geht, eine Gewährleistung nachzuweisen oder wenn der Kunde eine vollständige Zertifizierung gemäß ISO-11801 bzw. TIA-568 verlangt. Transmission-Tester erlauben den Installateuren die Überprüfung dahingehend, ob die Verkabelung oder das aktive Netzwerk in der Lage ist, die Daten fehlerfrei zu übertragen. Und das ist genau das, was der Netzbetreiber wissen will. Zertifizierer und Transmission-Tester führen beide gültige Tests aus, die dem Installateur die Gewissheit geben, dass das Kabel die Anforderungen erfüllt, messen jedoch unterschiedliche Parameter nach unterschiedlichen Normen.

Autor:
Dan Payerle
Business Unit Manager
Network Testers, USA
TREND Networks