

Introduktion till Pulsekometer

Tidsdomänreflektometer (TDR) har funnits i många år. Det är den snabbaste och mest noggranna metoden för att lokalisera fel på isolerade kablar med metallisk ledare. Instrumentet kallas ofta förkortat för TDR, Pulsekometer eller Kabelradar.

Om kabeln är metallisk och har ett minimum av två ledare som är separerade av ett dielektrikum (isolation) alternativt en ledare och en koncentrisk skärm separerade med isolation så kan den testas med TDR. En TDR kommer att mäta kabelns längd och identifiera fel så som tillverkningsfel, kortslutningar, defekta ledare, vattenskador, lösa anslutningar och grävsador. TDR kan även användas för att testa kabel på trumma för att identifiera transportsador och korrekta kabellängder.

Hur fungerar det

Grundprincipen för TDR liknar den för RADAR där en energipuls skickas ut och när den träffar ett objekt så reflekteras signalen tillbaka och tiden för retursignalen kan mätas så distansen till objektet kan beräknas. TDR arbetar enligt samma princip men kräver mer information om kabelns karaktäristik så som impedans och löphastighet (VoP = Velocity of propagation). En serie av pulser med en förutbestämd pulsbredd och spänning skickas in i kabeln och tiden det tar för pulsen att färdas till kabelns borte ände och reflekteras tillbaka är multiplicerad med en konstant som är specifik för den kabeln som testas och den konstanten betecknas VoP. Returpulsen visas i LCD skärmen som en vågform och blir då kabelns signatur. Markören på skärmen kan flyttas till början på den stigande vågen och indikerar då den borte änden eller ett kabelfel samtidigt som längden till händelsen visas i meter. Medans man med RADAR sänder signalen i luft där karaktäristiken förblir konstant så varierar kablers VoP och impedans beroende på vilka material man använder och för vilket ändamål kabeln är framtagen. Som exempel så har en elkabel normal en impedans runt 25 ohm och en VoP på ca 50% medans datakablar har 100 ohm och VoP på 70-80%. För att en TDR ska leverera noggranna resultat så måste dessa variabler bestämmas och matas in i TDR innan test utförs. För vissa telekommunikationskablar och datakablar kan VoP och impedansvärden anges av kabeltillverkaren medans för andra kablar kan man behöva experimentera fram dessa värden. Det finns även en stor kunskap hos instrumenttillverkare och återförsäljare för VoP.

VELOCITY of PROPAGATION (VoP)

Löphastigheten eller VoP hos en kabel är hastigheten som en signal färdas med genom kabeln och definieras normalt som % av ljusets hastighet i vakuum eller som meter per mikrosekund. Denna hastighet representeras som

nummer 1 eller 100% och är den snabbaste hastigheten som kan uppnås. En kabel med VoP 75% skulle sända en signal till 75% av ljusets hastighet. VoP eller löphastigheten bestäms av isolationsmaterialet och dess tjocklek som täcker och separerar de metalliska ledarna. I en kabel med tvinnade ledare så bestäms VoP även av mellanrummet mellan ledarna. I en koaxialkabel är det materialet som separerar ledaren från skärmen och ytterhöljet som bestämmer VoP. Detta beror på att signalen skickas över ledaren. VoP kan bestämmas i förväg om isolationsmaterialet kan identifieras som PVC, PTFE, PEX etc. VoP värdet påverkas inte nämnbart av ledarmaterialet som kan vara stål, koppar eller aluminium.

Impedans

När två kablar placeras i närheten av varandra bildas en impedans och värdet på impedansen bestäms av avståndet mellan ledarna och som med VoP även isolationsmaterialet (dielektrikum) som används vid produktion av kabeln. Om kabeln tillverkas med konstant avstånd mellan ledarna som vid en koaxialkabel (skärmen runt kabeln räknas som en ledare) så kommer impedansvärdet vara konstant över kabelns längd men om avståndet varierar så varierar även impedansvärdet. En TDR kan därför beskrivas som ett instrument för jämförelse där impedansvärdet under test jämförs med det av operatören förutbestämda värdet som matats in i instrumentet och där förändringar i impedans identifieras som positiva eller negativa returkurvor i LCD-skärmen. Mängden energi som reflekteras tillbaka från en förändring bestämmer amplituden av returpulsen och en öppen ände eller kabelavbrott visas som en kraftig positiv retursignal medan en kortslutning mellan ledarna visar en kraftig negativ retursignal. Mindre retursignaler indikerar impedansförändringar och en positiv kurva visar på en förändring där värdet överstiger kabelns impedans och en negativ retursignal visar på ett värde lägre än kabelns impedans.

Exempel på händelser med hög impedans (Positiv Puls)

Öppen kabelände

Trasig skarvhylsa

Avgrening med hög impedans

Glappkontakt i skarvhylsa

Korroderad skarvhylsa

Exempel på händelser med låg impedans (Negativ Puls)

Vattenskada

Mantelfel

T-skarv

Avgrening med låg impedanse

Kortslutning

Död zon

Med död zon menas avståndet mellan stigning och fall på startpulsens och är alltså en sträcka där fel inte är synliga för TDR vilket vanligtvis är relaterat till längden på anslutningskablar som då är längre än startpulsens bredd.

Startpulsens bredd är förinställd i instrumentet och kan vanligtvis ej justeras av användaren. Den justeras automatiskt mot val av kabellängd. För mätning på korta kablar t.e.x upp till 7 meter så krävs en väldigt kort pulsbredd och pulsbredden ökas med längden på kabeln. En typisk pulsbredd för det lägre spannet är 3m bred och då behövs en 3m lång anlutningskabel för att se fel inom pulsbredden.

Olika typer av TDR

TDR delas in i 3 olika grupper

Digital

Denna typ ger enbart en digital avläsning och visar längden på kabeln och med instrument som FaultCaster längden till fel oavsett om kabeländen är öppen eller kortsluten

Grafisk (puls)

Pulsande TDR, som beskrivits på föregående sidor. En puls skickas ut i kabeln och reflekteras vid impedansförändringar. Retursignalen analyseras och förändringar visas sedan grafiskt med hjälp av vågform i LCD-skärmen

Edge (grafisk)

Kabeln matas kontinuerligt med en 5V DC signal som genereras av TDR. Amplituden av denna spänning (Edge) kommer vara konstant på samma nivå fram tills ett fel detekteras. Vid felstället kommer spänningen snabbt sjunka och andra impedansförändringar kommer identifieras av reflekterande energi som återigen trycker ner eller ökar den genererade spänningen beroende på om felet är öppen ände eller kortslutning. Resultatet visas grafiskt som en fyrkantsvåg i LCD-skärmen.