

Pulsgenerator voor Time Domain Reflectometer

Martin Beekhuis, PA3DSC en Klaas Robers, PA0KLS

Vele kleine problemen met coaxkabel en andere transmissielijnen zijn op te lossen als je een Time Domain Reflectometer hebt. Een oscilloscoop en een pulsgenerator maken samen een TDR. Menige zendamateur heeft een oscilloscoop, al was het maar om zijn uitgezonden signaal mee te bekijken. Maar wie heeft er nou een pulsgenerator die nanoseconden pulsen kan maken? Daarom maken we die zelf.

Wat moet ik ermee

Nooit een kabel gehad met een verbroken contact in één van de pluggen? Waar moet je knippen? Oplossing: stuur een heel korte puls de kabel in en kijk op de oscilloscoop hoelang het duurt tot de reflectie weer bij het begin terug is. Je weet dan hoeveel kabel er nog op die connector aangesloten is.

Ooit coax gehad met een onbekende impedantie? Hoe vind je dat uit? Sluit de kabel af met een potmeter, stuur een puls de kabel in en draai de reflectie weg. De potmeter heeft dan de waarde van de karakteristieke impedantie.

Een pulsgenerator

De Time Domain Reflectometer is een handig apparaat. Een pulsgenerator, een oscilloscoop, een T-stukje en klaar is Kees (figuur 1). Vele amateurs hebben wel een oscilloscoop, maar geen goede pulsgenerator. Daarom werd het tijd dat er zoiets eens als bouwontwerp kwam. Maar dan wel met eenvoudige middelen

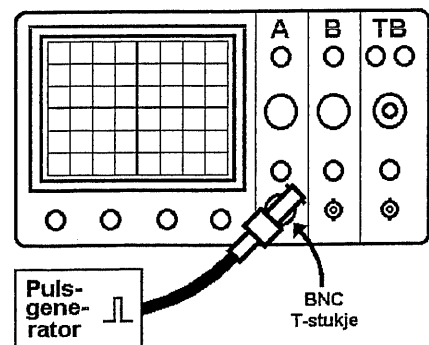


Fig. 1. Een pulsgenerator en een oscilloscoop maken samen een Time Domain Reflectometer. Op de vrije uitgang van het T-stukje op de scoop moet de te meten kabel worden aangesloten.

en bruikbaar voor elk type oscilloscoop. De puls die deze schakeling geeft is in breedte instelbaar. Dat is nodig om een zo korte puls te krijgen dat de oscilloscoop die nog net kan weergeven. Daarmee maak je het geheel optimaal gevoelig. De pulsherhalingsfrequentie is zo hoog mogelijk gekozen om voldoende helderheid uit de oscilloscoop te krijgen, maar toch zo laag dat kabels tot 200 meter lang gemeten kunnen worden.

Het schema

Het schema (figuur 2) is eenvoudig. Er zijn twee goedkope TTL-IC's gebruikt. De 74LS132 is een viervoudige Schmitt Trigger NAND, waarvan poort U3A met R1 en C1 is geschakeld als oscillator. Er komt een blokspanning uit met een frequentie van rond de 500 kHz.

Het RC-netwerk bestaande uit R3 en C2 vertraagt de blokspanning. Deze vertraging is instelbaar met trimmer C2. De resterende Schmitt Triggers uit de 74LS132 maken er weer mooie blokspanningen van. Bovendien inverteren ze en de golfvorm vertragen doen ze ook: zo'n 10 ns per NAND.

De 74S00 maakt van het looptijdverschil tussen de twee ingangsignalen een smalle positieve puls. Met de trimmer C2 is de breedte daarvan in te stellen tussen 0 en 40 ns. De puls kan geheel weggedraaid worden, de twee tegengestelde flanken komen dan precies tegelijk bij de 74S00 aan. De transistor en de spanningsdelers in de emitter maakt er een 1 volt puls van met een inwendige weerstand van 50 ohm. De schakeling kan op een spanning van 9 tot 15 volt werken want de spanningsregulator maakt er toch 5 volt van. De opgenomen stroom is zo'n 35 mA. Een 9 volts alkalinebatterij of NiCad accu kan dat best enige tijd leveren. Een diode voorkomt schade bij verkeerd om aansluiten van de voedingsspanning.

Bouw

De schakeling kun je op gaatjesprint bouwen, maar er is ook een echt printje ontworpen (figuur 3). Er past een BNC-connector direct op dit printje, dat is meteen de uitgang (figuur 4). Wie er liever een stukje coax aan vast soldeert mag dat ook doen.

Op de soldeerzijde van de print is aangegeven waar pennetje 1 van de IC's (het putje) moet komen. Let op: het IC 74S00 is een snelle uit-

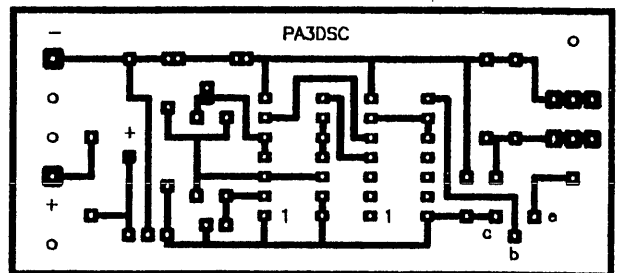


Fig. 3. Print-layout gezien vanaf de soldeerzijde en componentenopstelling gezien vanaf de componentzijde. Voor de trimmer zijn diverse gaatjes voorzien, zodat vrijwel elk type past.

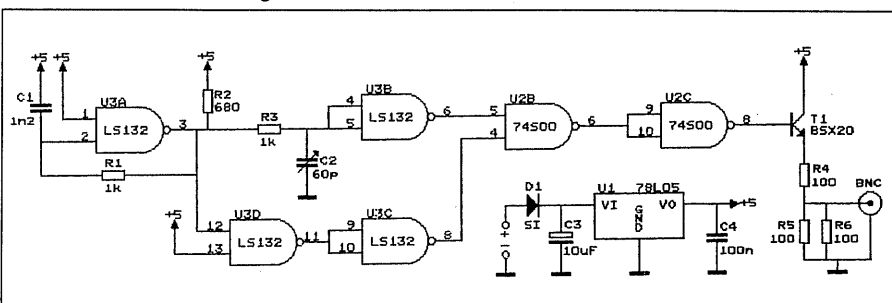
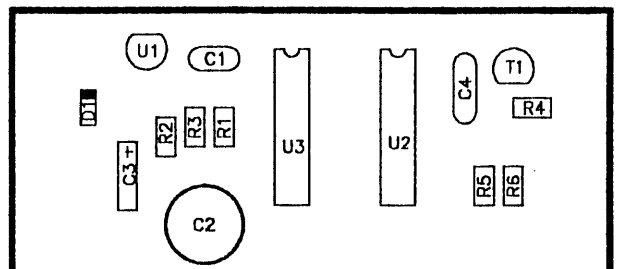


Fig. 2. Principeschema van de pulsgenerator. De vier Schmitt Trigger NAND's (74)LS132 zitten samen in één huisje. Er zitten ook vier 74S00 NAND's in één huisje, maar twee zijn ongebruikt.

Benodigde onderdelen:

- U1: 7805 of 78L05 ✓
- U2: 74S00
- U3: 74LS132 ✓
- D1: 1N4007 o.i.d. ✓
- T1: BSX20 ✓
- R1, R3: 1 kohm ✓
- R2: 680 ohm ✓
- R4, R5, R6: 100 ohm ✓
- C1: 1,5 nF keramisch ✓
- C3: 10 µF elco 16 V ✓
- C4: 100 nF folie 220 nF ✓
- BNC-connector
- Batterij clip



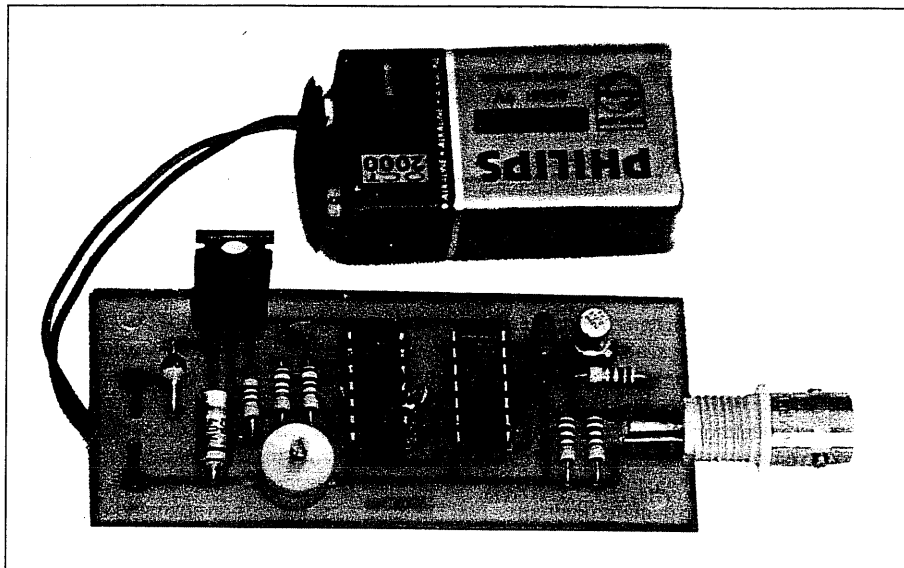


Fig. 4. Pulsgenerator gebouwd op print. Er is een stabilisator IC gebruikt in TO-220 huis. (Foto: PA0KLS).

voering van de zo bekende 74LS00. Voor echt korte uitgangspulsen is deze S-versie nodig, dat is voor wie een redelijk snelle oscilloscoop heeft. Als de scoop niet hoger dan 10 of 15 MHz gaat kan een 74LS00 in deze plaats ook dienst doen. Er komt dan een slome puls uit, maar bij zo'n scoop moet dat juist.

Een spanningstabilisator 7805 in TO-220 huis komt met de metalen achterkant naar de rand van de print (zie foto). Er is geen koelplaat nodig. Je mag de lip met gat er zelfs afzagen. Bij een voedingsspanning tot 10 volt mag je ook een low-power 78L05 in TO-92 huisje (plastic transistor) nemen. Hiervan moet juist de platte voorkant naar de rand van de print wijzen (zie figuur 3).

Voor de draadjes naar de batterij boor je twee extra 1,5 mm gaatjes in de print. Als je het draadje daar met isolatie en al eerst doorheen haalt en dan de ader in het aansluitgaatje vastsoldeert dan breken de draadjes niet af in het gebruik.

Het printje kan in een kastje gezet worden, daarvoor zijn 3 mm montagegaten in de print te boren.

Afregeling

De afregeling is erg eenvoudig. Sluit de pulsgenerator direct, of met een 50 ohm coax-kabeltje

aan op een T-stukje op de oscilloscoop. De andere ingang van het T-stukje afsluiten met een weerstand van 50 ohm.

Draai de trimmer helemaal in en maak de puls zichtbaar op het scherm. Zet de tijdbasis zo snel mogelijk. Er zal nu een min of meer rechtehoekige puls te zien zijn. Draai nu de trimmer open. De puls wordt eerst smaller, verliest dan zijn vlakke bovenkant en wordt vervolgens lager. Optimaal is als de puls 70% van zijn maximale amplitude bereikt (figuur 5). Voor elke oscilloscoop is dat bij een andere stand van de trimmer.

Een oscilloscoop met automatische triggering kan moeite hebben om het beeld stil op het scherm te krijgen. Zet de oscilloscoop dan op externe triggering en sluit de externe triggeringang met een 10:1 probe aan op het blokvormige signaal dat staat op de met elkaar verbonden pennen 9, 10 en 11 van de 74LS132. Je zou hieraan een oogje van draad kunnen solderen (zie foto).

Experimenten

- Sluit een stuk coax van een paar meter aan op het T-stukje in plaats van de afsluitweerstand. Zie de reflectie verschijnen en weer verdwijnen als de afsluitweerstand aan het einde van de kabel wordt aangesloten.

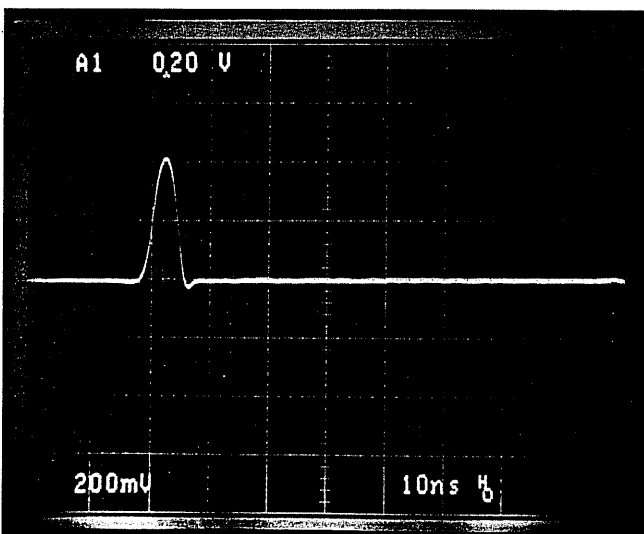


Fig. 5. Schermfoto van de met 50 ohm belaste uitgangspuls (4ns) zoals een 150 MHz oscilloscoop die weergeeft. Eén meter coax geeft een reflectie 10 n's later, dat is op het scherm een heel hokje naar rechts, dus duidelijk gescheiden.

- Sluit een potmeter aan op het eind van het stuk coax (korte draadjes!) en draai de reflectie op minimum. Meet dan de weerstandswaarde van de potmeter.
- Kijk of je reflecties ziet op doorverbindingspluggen tussen stukken coax.
- Gebruik eens stukken 50 ohm en 75 ohm coax door elkaar.
- Sluit je antenne aan en zie hoe de (breedbandige) puls reflecteert tegen de smalbandige antenne.

Let op! De terugkomende puls reflecteert bij de ingang van de oscilloscoop tegen de ingangscapaciteit opnieuw de kabel in. Vandaar dat je na sterke reflecties op dezelfde afstand horizontaal op het scherm weer reflecties ziet. Succes met je nieuwe, geavanceerde meetapparaat!

Martin Beekhuis, PA3DSC
Klaas Robers, PA0KLS

Literatuur:

Netsnoer als HF-transmissielijn, Electron december 1996, blz. 523.

Printje TDR:

Het printje voor de TDR pulsgenerator is ontworpen door Kees Raaijmakers, PE1BEY. Het is ongeboord maar wel op maat geknipt te verkrijgen door overmaking van f 7,50 op giro 3360303 ten name van de Penningmeester VERON afd. Eindhoven te Nuenen. Vermeld ook: Printje TDR en uw naam en adres. Binnen 2 weken krijgt u het printje dan toegestuurd. Vergeet niet uw naam en adres in het mededelingenveld te vermelden, anders weten we niet waar het naar toe moet.

Electron vernieuwd

Een aantal leden zal het inmiddels zijn opgevallen dat we met ingang van het januarinummer 1997 het binnenwerk van Electron op iets minder glimmend (gesatineerd) papier afdrukken dan voorheen. Veel lezers ondervonden hinder, vooral bij kunstlicht, bij het lezen van ons blad. De keuze van deze papiersoort is indertijd gemaakt vanwege feit dat de foto's beter over kwamen dan op de papiersoort die we weer daarvoor gebruikten. Inmiddels heeft de ontwikkeling binnen de papier- en grafische industrie niet stilgestaan en is er nu een papiersoort ontwikkeld van dezelfde kwaliteit en gewicht in een matte uitvoering. Ondanks deze vooruitgang, laat de drukker ons weten, heeft het gebruik van deze papiersoort geen consequenties voor de prijs!

Henk, PE1ADA
Redactie Electron