

Introduction

Une courbe caractéristique traçant le rapport entre la tension et le courant est spécifique à chaque élément. Qu'il s'agisse d'un élément linéaire ou non, actif ou passif, chaque composant a sa propre courbe. Aussi peut-il être intéressant de constater le comportement de diodes (Si/Ge), de diodes zéner, de transistors (PNP/NPN), de FETs, de thyristors, ainsi que de résistances NTC et de VDRs.

De vrais appareils de mesures qui peuvent tracer tout cela sont généralement beaucoup trop chers, compte tenu de l'usage sporadique par un amateur. Pour les 'vrais' traceurs on utilisera des "sweeps" parfaitement linéaires sur lesquels la tension et le courant peuvent être lus correctement.

Source de l'alternative décrite ici était un ham allemand qui, il y a trente ans, concluait que même sans déflexion linéaire la nature de la courbe pouvait être visualisée sur un oscilloscope ordinaire. Mêmes les valeurs variables peuvent être observées. Que ce soit clair: il ne s'agit pas vraiment d'un appareil de mesure, mais au prix de quelques euros, on peut de chaque composant constater ce que c'est ainsi que s'il est utilisable à une fin donnée.

Le circuit imprimé accompagnant a été fait par Franco ON4AUB, selon le schéma que nous avons dessiné. Il est assuré de pouvoir obtenir deux circuits à partir d'une carte Euro.

Inleiding

Een karakteristieke curve met het verband tussen spanning en stroom is eigen aan elk element. Of het nu lineair is of niet, actief of passief, elk onderdeel heeft zijn eigen curve. Het kan dus interessant zijn om het gedrag te zien van diodes (Si/Ge), zenerdiodes, transistoren (PNP/NPN), FETs, thyristors, eveneens NTC-weerstanden en VDR's.

Echte 'meetapparaten' die dat alles kunnen, zijn meestal veel te duur, los van het sporadische gebruik ervan door een amateur. Bij de 'echte' tracers zal men perfect lineaire sweeps gebruiken, waarop men echt de spanning en de stroom correct kan aflezen.

Bron van het hier beschreven alternatief was een Duitse ham, dertig jaar geleden, die besloot dat ook zonder een lineaire afbuiging de aard van de curve te zien is op een gewone oscilloscoop. Ook variabele waarden kunnen worden waargenomen. Voor alle duidelijkheid: het is geen echt meetapparaat, maar voor enkele euro's kan je van elk onderdeel zien wat het is en waar het naartoe kan gaan.

Het bijhorende printje wordt door Franco ON4AUB gemaakt, volgens ons getekend schema. Er werd voor gezorgd dat uit één eurokaart twee printjes kunnen komen.

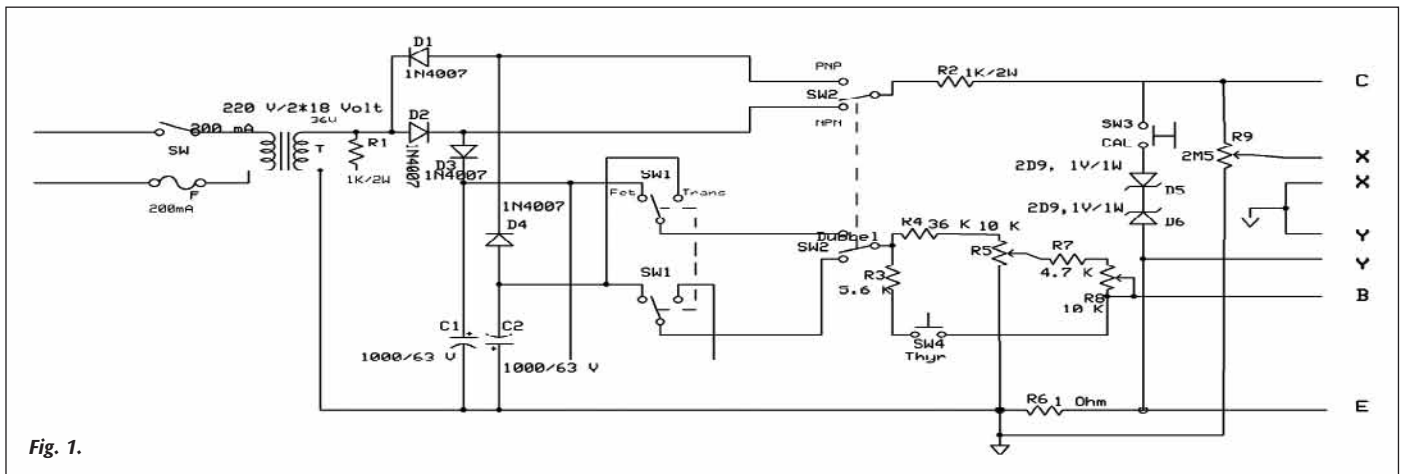


Fig. 1.

L'idée

Une tension alternative redressée de manière monophasée et non filtrée donne un demi-sinus pulsant. Si l'on branche ceci sur l'entrée X de l'oscilloscope, on a déjà la déflexion horizontale, le "sweep".

On branche cette même tension par exemple sur le collecteur d'un transistor. Elle doit pouvoir être aussi bien négatif que positif, selon s'il s'agit d'un PNP ou d'un NPN. Sur l'axe X se met alors V_c comme variable.

Que ce "sweep" aille de gauche à droite ou inversement n'a pas d'importance. On le regarde simplement de manière inverse. Si l'on dispose ensuite d'une tension auxiliaire filtrée, qui peut être positif ou négatif, et réglable, alors on peut piloter la base / gate etc. Si on branche une petite résistance de mesure dans la connexion de l'emitter ou source, on peut mesurer une tension qui est une mesure du courant (en d'autres termes: un ampèremètre avec shunt). Attention: le courant dans l'emitter est la somme du courant dans la base et du courant dans le collecteur. Dans un FET le courant dans le drain est égal au courant dans la source.

On peut bien calibrer la déflexion X en mettant une tension zéner connue sur la déflexion horizontale. En mettant deux zéners de 9,1V (valeur standard) dos-à-dos on arrive à $9,1 + 0,7 = 9,8$ Volt. Quand on calibre cela à '10Volt', l'erreur n'est que de 2%. Attention: la déflexion totale, le "sweep", va bien au-delà des 10 Volt, peut-être bien à 60 V. Mais ce point est un repère '10 Volt'. Avec R9 on règle la déflexion horizontale de l'oscilloscope. Par calibration $V_c = 10$ V. Avec R9 on peut fixer ce point '10V' quelque part sur l'axe X.

Elaboration du schéma

Via un transformateur on part de 2 X 18 volt, ou 36 volt. Afin de maintenir cette tension plus ou moins stable, on met une charge fixe de 1 kΩ.

Via diode D2 ou D1 on réalise un redressement monophasé, soit positif, soit négatif, commutable via SW2/a.

L'autre connexion du transformateur est branchée à la masse (ground).

La tension venant de D1 ou D2 va à la borne 'C' sur la face avant. On insère bien R2 (1 kΩ 2 W) afin de restreindre quelque peu le courant dans le collecteur.

Le 'retour' venant de 'E' emitter passe par 1 Ω (R6) à la masse. Ce R6 constitue la résistance de mesure du courant. L'extrémité chaude va à la borne Y de l'oscilloscope.

Une partie de cette tension "sweep", réglable par R9 (trimpot 2M5) passe à la borne X de l'oscilloscope.

La masse (ground) est commune entre la déflexion horizontale et verticale.

Het idee

Een wisselspanning die men enkelfasig gelijkricht en niet afvlakt, geeft een pulserende halve sinus. Wanneer men die aan de X-ingang van de oscilloscoop aansluit, heeft men reeds de horizontale afbuiging, de "sweep".

Diezelfde spanning gaan we bvb. ook op de collector van een transistor zetten. Ze moet zowel negatief als positief kunnen zijn, naargelang het om een PNP of een NPN gaat. Op onze X-as staat dan V_c als variabele.

Of deze sweep nu van links naar rechts gaat of omgekeerd, is niet belangrijk. Je kijkt er gewoon anders tegenaan. Als we dan ook nog een afgevlakte hulpspanning hebben, die ook plus of min kan zijn, en die regelbaar is, kan je de basis / gate enz. aansturen. Wanneer je in de lijn naar de emitter of source een kleine meetweerstand zet, kan je daarover een spanning zien die een maat is voor de stroomsterkte (m.a.w. een ampèremeter met shunt). Let op: de emitterstroom is de som van basisstroom plus collectorstroom. Bij een FET is de drainstroom gelijk aan de sourcestroom.

Men kan de X-afbuiging wel kalibreren, door een gekende zenerspanning aan de horizontale afbuiging te koppelen. Met twee zeners van 9,1V (standaardwaarde) rug aan rug komt men op $9,1 + 0,7 = 9,8$ volt. Als we daarmee kalibreren op '10Volt', is de fout slechts 2%. Let wel, de totale afbuiging, de sweep, gaat veel verder dan 10Volt, wel tot 60 V. Maar dit punt is een '10Volt-marker'. Met R9 trimt men de horizontale afbuiging op de scoop. Bij kalibratie is $V_c = 10$ V. Met R9 kan men dat '10V-punt' ergens op de X-as plaatsen.

Bespreking van het schema

Via een transformator vertrekken we van 2 X 18 volt, of 36 volt. Om deze spanning min of meer stabiel te houden, plaatsen we er een vaste belasting van 1 kΩ op.

Via diode D2 of D1 zorgen we voor enkelfazige gelijkrichting, hetzij positief, hetzij negatief, omschakelbaar via SW2/a.

Het andere punt van de transformator ligt gewoon aan massa (ground).

De spanning van D1 of D2 gaat naar de 'C'-aansluitklem op het front. We zetten er wel R2 (1 kΩ 2 W) tussen om de collectorstroom enigszins te beperken.

De 'retour' komende van de 'E' emitter gaat over 1 Ω (R6) naar massa. Deze R6 is onze meetweerstand voor de stroomsterkte. Het warme eind ervan gaat naar de Y-afbuiging op de scoop.

Een gedeelte van deze sweepende spanning, instelbaar met R9 (trimpot 2M5) gaat naar de X-afbuiging van de oscilloscoop.

De massa (ground) is gemeenschappelijk voor de horizontale en verticale afbuiging.

Des 36 V du transformateur, on part, des diodes D1 et D2 mentionnées plus haut, à encore une diode, D3 en D4. Ceux-ci assurent une tension auxiliaire aussi bien positive que négative, qui est filtrée par C1 et C2 (1000µF/63V).

Par SW1 on commute la tension auxiliaire (+ ou -) laquelle est servie à SW2/b. Ce SW2/b assurera que la tension auxiliaire passant à la base/gate, sera convenablement commutée s'il s'agit d'un transistor PNP/NPN le cas échéant d'un FET P-/N-channel.

La tension filtrée + ou - passe après SW2/b à un premier diviseur de tension, constitué de R4 et R5. R5 est un potentiomètre linéaire 10 kΩ, réglable de l'extérieur. R4 est 36 kΩ. Normalement la tension auxiliaire peut être réglée entre 0 en 10 V par ce potentiomètre.

Cette tension variable passe ensuite via R7 et R8 à la borne pour la base/gate. R8 doit être réglé de manière à ce que le courant maximal dans la base ne dépasse jamais 0,5 mA. Ce peut être mesuré en mettant un mA mètre entre le point B et la masse tout en réglant R5 à 10 V. Le courant doit être réglé à 0,5 mA par R8.

Si on mesure en haut de R5 plus ou moins que 10 V, alors il faut adapter R4 légèrement. Ainsi la tension à la base/gate doit être réglé entre 0 en 10 V, tout en veillant que Ib ne dépasse jamais 0,5 mA.

On sait qu'un FET ne tire pas de courant dans la gate, mais cette tension réglable doit être négative pour un FET N-channel, avec Vdrain positive par rapport à la source. Pour un FET P-channel c'est le contraire: la gate positive, le drain négatif.

Afin d'exclure toute erreur pendant la construction, veuillez contrôler ces tensions avant de brancher un transistor ou FET.

Ainsi on peut déjà visualiser la caractéristique X/Y à l'oscilloscope.

Le courant auxiliaire réglé à un maximum de 0,5 mA ne suffira pas à par exemple allumer un thyristor. C'est pourquoi un deuxième circuit, constitué de R3 (5k6) et commutateur SW4 est rajouté. Ce commutateur ne peut être opéré quand un FET/transistor est branché sur les bornes. Avec un thyristor on atteindra alors bien le courant d'allumage.

La déflexion verticale peut être calibrée en passant avec SW3, via les diodes zéner, un courant à travers la résistance de mesure R6. En poussant SW3 un courant de 50 mA passera à travers ce R6, ainsi l'amplification verticale sur l'oscilloscope peut être réglée à 50 mA. Dans le même temps, la déflexion horizontale peut être calibrée, en mettant le point '10V' (Vc) quelque part sur l'axe X selon la nécessité, par R9, comme susmentionné. Ceci dans la position "calibrated" des atténuateurs de l'oscilloscope. Plus tard, en calibrant en poussant SW3, sans qu'un composant soit branché sur les bornes, on obtiendra une belle équerre. En utilisant les atténuateurs et le positionnement X/Y de l'oscilloscope on peut positionner ces repères (10 V horizontal et 50 mA vertical) où on veut. Par exemple à 1 div. horizontal (10 V / div) et à 5 div. vertical. (10mA / div).

Certaines courbes (PNP par exemple) s'inscrivent sens dessus dessous à l'oscilloscope. Sur mon oscilloscope il est en effet impossible d'inverser les signaux X/Y. On remarquera également que l'axe X qui originalement indiquait 60 V, diminue quand le courant passant à travers le composant augmente. C'est dû à la résistance série de 1kΩ. La valeur du courant sur l'axe Y restera quant à elle bien correct (Imax = 50 mA). Quand on teste des transistors plus puissants comme le BD138, le courant de 50 mA sera atteint plus vite. Aussi est-il possible que les demi-sinus seront distordus. La ligne de zéro supposée s'inclinera vers le haut ou vers le bas. A cause de l'asymétrie il arrive qu'on distingue deux courbes légèrement déplacées l'une de l'autre.

La construction

Il y a à peine quelques composants sur le circuit imprimé.

Montez R1 et R2 un peu au-dessus de la surface du circuit imprimé. Utilisez à cette fin des petites buses d'espacement métalliques ou isolantes.

Van de 36 V van de transformator, gaan we na de eerder vernoemde diodes D1 en D2 naar nogmaals een diode, D3 en D4. Deze zorgen voor zowel positieve als negatieve hulpspanning, die dan ook wordt afgevlakt met C1 en C2 (1000µF/63V).

Met SW1 schakelen we de hulpspanning om (+ of -) die wordt aangeboden aan SW2/b. Deze SW2/b zal ervoor zorgen dat de hulp- of stuurspanning die naar de basis/gate zal gaan, gepast mee wordt omgeschakeld naargelang het een PNP/NPN transistor is dan wel een P-/N-channel FET.

De afgevlakte + of - spanning gaat na SW2/b naar een eerste spanningsdeler, bestaande uit R4 en R5. R5 is een lineaire 10 kΩ potmeter, van buitenaf regelbaar. R4 is 36 kΩ. Normaal kan deze potmeter de hulpspanning instellen tussen 0 en 10 V.

Van deze variabele spanning gaan we dan via R7 en R8 naar onze basis/gate-aansluiting. R8 zal men trimmen zodat een maximale basisstroom van 0,5 mA nooit wordt overschreden. Men doet dit door in de stand 10 V van R5 een mA-meter te zetten tussen punt B en massa. Men regelt de stroom op 0,5 mA met R8.

Meet men bovenaan R5 meer of minder dan 10 V, dan kan R4 licht worden aangepast. Men kan zo de basis/gatespanning regelen tussen 0 en 10 V, waarbij Ib nooit groter dan 0,5 mA zal zijn.

We weten dat een FET geen gatestroom trekt, maar de regelspanning moet dan negatief zijn bij een N-channel FET, met Vdrain positief t.o.v. de source. Bij een P-channel FET is het juist andersom: de gate positief, de drain negatief.

Om vergissingen uit te sluiten bij constructie, gelieve deze spanningen eerst te controleren voordat men een transistor of FET aansluit.

Zo zijn we al klaar om een X/Y-karakteristiek op te nemen op de oscilloscoop.

De maximaal op 0,5 mA ingestelde hulpstroom zal onvoldoende zijn om bijvoorbeeld een thyristor te ontsteken. Daarom maken we een tweede circuit, bestaande uit R3 (5k6) en switch SW4. Deze switch mag nooit bediend worden met een FET/transistor op de testpinnen. Bij de thyristor zal de ontsteekstroom dan echter wel bereikt worden.

De verticale afbuiging kunnen we kalibreren door met SW3, via de zenerdiodes, een stroom te sturen door onze meetweerstand R6. Bij indrukken van SW3 zal er een stroom van 50 mA door deze R6 vloeien, zodat men de verticale versterking op de scoop kan trimmen op 50 mA. Tegelijkertijd kalibreert men de horizontale afbuiging, door het '10V-punt' (Vc) ergens op de X-as te plaatsen volgens behoefte, met R9, zoals hogervermeld. Dit in de stand "calibrated" van de scoop-verzwakkers. Tijdens het latere 'kalibreren' door op SW3 te drukken, zonder een component op de testpinnen, zal men een mooie winkelhaak bekomen. Met de verzwakkers en de X/Y-positie op de scoop kan men die eindpunten (10 V horizontaal en 50 mA verticaal) plaatsen waar men wil. Bijvoorbeeld op 1 div. horizontaal (10 V / div) en op 5 div. verticaal. (10mA / div).

Sommige curven (PNP bijvoorbeeld) zullen ondersteboven staan op de scoop. Op mijn oscilloscoop is het immers onmogelijk om de X/Y-afbuigingssignalen te inverteren. Men zal ook zien dat de originele X-as die 60 V aangaf, verkleint bij stijgende stroom door de component. Dat komt immers door de serieweerstand van 1kΩ. De stroomwaarde op de Y-as zal wel correct blijven (Imax = 50 mA). Wanneer men zwaardere torren zoals BD138 test, zal er sneller 50 mA bereikt worden. Daardoor is het mogelijk dat de halve sinussen iets vervormd worden. De veronderstelde 'nullijn' zal dan iets schuin oplopen of aflopen. Door de asymmetrie kan men soms twee licht ten opzichte van elkaar verschoven curven krijgen.

De constructie

Op het printje komen amper onderdelen.

Monteer R1 en R2 iets boven het printoppervlak. Gebruik daarvoor metalen of isolerende afstandsbusjes. Deze 1KΩ/2 W (of 3 à 5 W als men

Puisque ces 1K Ω /2 W (ou 3 à 5 W si disponible) chauffent. Ensuite les 4 diodes 1N4001 (ou 1N4007), les condensateurs de filtrage C1 et C2.

Avec quatre résistances, deux diodes zéner de 9,1 V et deux potentiomètres de réglage le montage est complet. Il est conseillé d'utiliser pour la résistance de mesure R6 (1 Ω) un type avec une précision de 1% ou mieux.

Pour réaliser les connexions entre le circuit imprimé et les commutateurs sur la face avant on peut souder des bouts de fil souple directement dans les trous ou on peut utiliser des 'headers' ou des petites chevilles. Il y en a 16 au total. Pour les connexions des bornes de test ou douilles, on utilise encore trois bouts de fil souple (E/B/C). Il est également possible de faire passer les trois fils de test simplement à travers la face avant, sans utiliser des douilles.

Il est conseillé de glisser trois perles en ferrite sur les fils menant au composant à tester. Ce peut être à l'intérieur ou à l'extérieur de l'encastrement. Ces perles préviendront des oscillations en cas de facteurs d'amplification élevés.

Pour les connexions à l'oscilloscope on utilisera des prises châssis BNC, ou directement deux bouts de coax (RG-58) munis de connecteurs BNC.

Sur la face avant le potentiomètre R5, les douilles ou fils pour brancher le composant) mesurer, deux commutateurs double-pole et deux boutons pressoir de test (NO) seront montés.

On peut optionnellement prévoir un interrupteur I/O pour la tension du réseau d'alimentation.

Un fusible sur la face arrière de l'encastrement est certainement préférable pour la tension du réseau d'alimentation.

Un LED sur la tension filtrée de +60 V peut indiquer I/O. Ou bien un indicateur Ne sur la tension du réseau d'alimentation. Ou encore un simple indicateur sur la tension de 18 ou 36 V du transformateur.

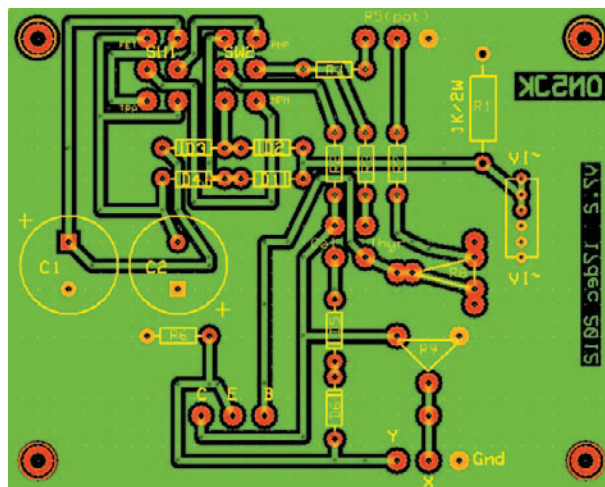


Fig. 2

Montage du circuit imprimé

Voir fig. 2.

Mesures sur le prototype

Sans avoir branché les composants

- Etape 1. Tension alternative sortie du transformateur: 43 Veff
- Etape 2. Après D1 respectivement D2 on obtient des demi-sinus à 60 Vpp sur l'oscilloscope, les uns positifs, les autres négatifs.
- Etape 3. Après D3 on obtient + 60 V filtré. Après D4 on obtient -60 V.
- Etape 4. Sur la borne 'C' on obtient pareil qu'en 2 ci-dessus
- Etape 5. A la position NPN et TRANS sur la borne 'B' on pourra régler avec R5 une tension entre 0 V et +12,5 V
- Etape 6. A la position PNP et TRANS ce sera entre 0 V et -12,5 V. Pour 5 et 6 on peut éventuellement modifier R4 afin de réduire cette tension à exactement 10V. Ceci n'est cependant pas absolument indispensable.
- Etape 7. A la position NPN et FET on mesure sur la borne 'B', qui devient alors la 'Gate', entre 0 V et -12,5 V
- Etape 8. A la position PNP et FET on mesure à nouveau entre 0 V et +12,5 V. Il est clair que les bornes E/B/C en testant un FET correspondront respectivement à S/G/D.

Avec les composants branchés

Quand on branche un composant, il est évident que la tension de la base descendra à 0,7 V, mais qu'alors R5 règle le courant dans la base de 0 à 0,5 mA. Avec un FET on règle la tension sur la gate entre 0 et -10 V (-12,5 V).

die heeft liggen) worden immers warm. Verder de 4 diodes 1N4001 (of 1N4007), de afvlakcondensatoren C1 en C2.

Met vier weerstandjes, twee zenerdiodes van 9,1 V en twee trimpotentiometers is de bestukking compleet. Het verdient aanbeveling om voor meetweerstand R6 (1 Ω) een type te nemen met een precisie van 1% of beter.

Voor de verbindingen tussen print en schakelaars op het front kan men direct soepele draadjes in de gaatjes solderen, of met 'headers' of pinnetjes werken. Het zijn er 16 in totaal. Voor de verbinding met de testklemmen of banaanbusjes (douilles) neemt men nogmaals 3 soepele draden (E/B/C). Men kan ook de drie testansluitdraden gewoon een eindje door de frontplaat laten komen, zonder gebruik van banaanbusjes.

Het verdient aanbeveling om over de draden naar de component drie ferrietkralen te steken. Dat kan binnen of buiten de behuizing zijn. Deze voorkomen oscillatie bij zeer grote versterkingsfactoren.

Voor de verbinding met de oscilloscoop neemt men BNC-chassisdelen, of rechtstreeks twee stukjes coax (RG-58) met daaraan BNC-connectoren.

Op de frontplaat komen de potentiometer R5, de testklemmen of draden om het te meten object aan te sluiten, twee dubbelpolige omschakelaars en twee testdrukknopjes (NO).

Men kan wel of niet een I/O schakelaar voorzien voor de netspanning.

Een zekeringhouder bijvoorbeeld achteraan het inbouwdoosje is zeker gewenst voor de netspanning.

Een LED op de afgevlakte +60 V kan dan I/O aanduiden. Ofwel een Ne-verklikker op de netspanning. Of een gewone verklikkerlamp op de 18 of 36 V van de transformator.

De printbestukking

Zie fig. 2.

Metingen op het proefmodel

Zonder aangesloten componenten

- Stap 1. Wisselspanning uit de transformator: 43 Veff
- Stap 2. Na D1 respectievelijk D2 krijgt men halve sinussen met 60 Vpp op de scoop, de ene positief, de andere negatief.
- Stap 3. Na D3 krijgt men + 60 V afgevlakt. Na D4 heeft men -60 V.
- Stap 4. Op de 'C'- aansluiting krijgt men hetzelfde als in 2 hierboven
- Stap 5. In de stand NPN en TRANS zal men op de 'B'- aansluiting een spanning kunnen regelen met R5 tussen 0 V en +12,5 V
- Stap 6. In de stand PNP en TRANS gaat dat tussen 0 V en -12,5 V. Voor 5 en 6 kan men eventueel R4 aanpassen om deze spanning te beperken tot exact 10V. Dit is echter niet absoluut nodig.
- Stap 7. In de stand NPN en FET meet men op 'B', dat dan eigenlijk de 'Gate' is, tussen 0 V en -12,5 V
- Stap 8. In de stand PNP en FET meet men terug tussen 0 V en +12,5 V. Het is duidelijk dat de aansluitingen E/B/C bij het testen van een FET zullen staan voor respectievelijk S/G/D.

Met aangesloten componenten

Wanneer men een component aansluit, is het evident dat de basispanning dan zal dalen tot ongeveer 0,7 V, maar dat men dan met R5 de basisstroom regelt van 0 tot 0,5 mA. Bij een FET regelt men de gatespanning tussen 0 en -10 V (-12,5 V).

Le réglage final

Préparation

Tournez d'abord le potentiomètre R5 sur la face avant au maximum. Position '10 V'. Avec un mA-mètre entre la borne 'B' et la masse on règle R8 tel que $I_b=0,5$ mA. En poussant le bouton 'THYR' on mesurera un courant d'un peu plus que 10 mA. Cela est nécessaire afin d'ouvrir le thyristor.

Il est évident que si on veut tester un thyristor qui requière plus que 10 mA sur la gate, cela ne fonctionnera pas.

Contrôle

A la position 'CAL' on observera à la borne 'C' une belle onde carré avec une amplitude de 10 Vpp. Ceci sert donc à la calibration de l'axe X. En outre on observera à la borne 'E' une figure de demi-sinus, avec une amplitude de 50 mVpp. Parce qu'elle est mesurée à travers 1Ω , elle équivaut à 50 mA max.

Curve tracer fini



Fig. 3. Vue sur les bornes
Fig. 3. Zicht op de aansluitingen

De afregeling

Instelling

Draai eerst de potmeter R5 op het front volledig open. Positie '10 V'. Met een mA-meter tussen de 'B'-aansluiting en massa regelt men R8 zodat $I_b=0,5$ mA. Bij het drukken van de 'THYR'-toets zal men daar een stroom meten van iets meer dan 10 mA. Dat is nodig om de thyristor te openen.

Het is evident dat als men een thyristor wil testen die meer dan 10 mA op de gate nodig heeft, dit niet zal werken.

Controle

In de stand 'CAL' zal men op de 'C'-aansluiting een mooie blokgolf zien met een amplitude van 10 Vpp. Dit is dus voor kalibratie van de X-as. Tevens zal men op de 'E'- aansluiting een halfsinusvormige figuur zien, met een amplitude van 50 mVpp. Daar die over een 1Ω staat, is dit equivalent aan 50 mA max.

Afgewerkte curve tracer

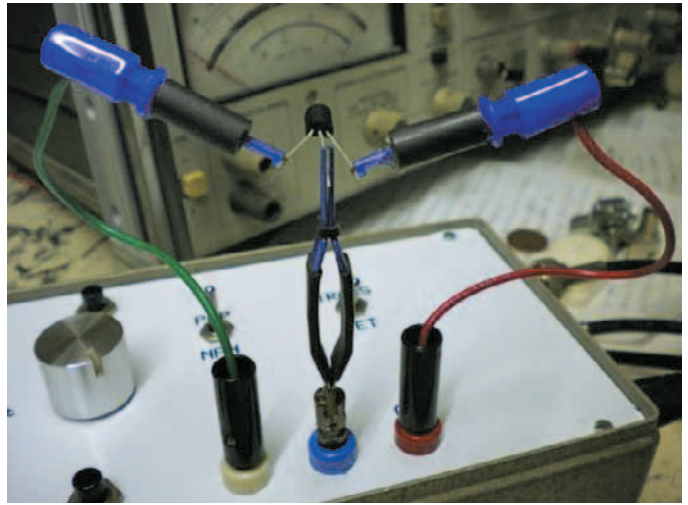


Fig. 4. Transistor branché
Fig. 4. Verbonden transistor

Liste des composants

Lijst van de onderdelen

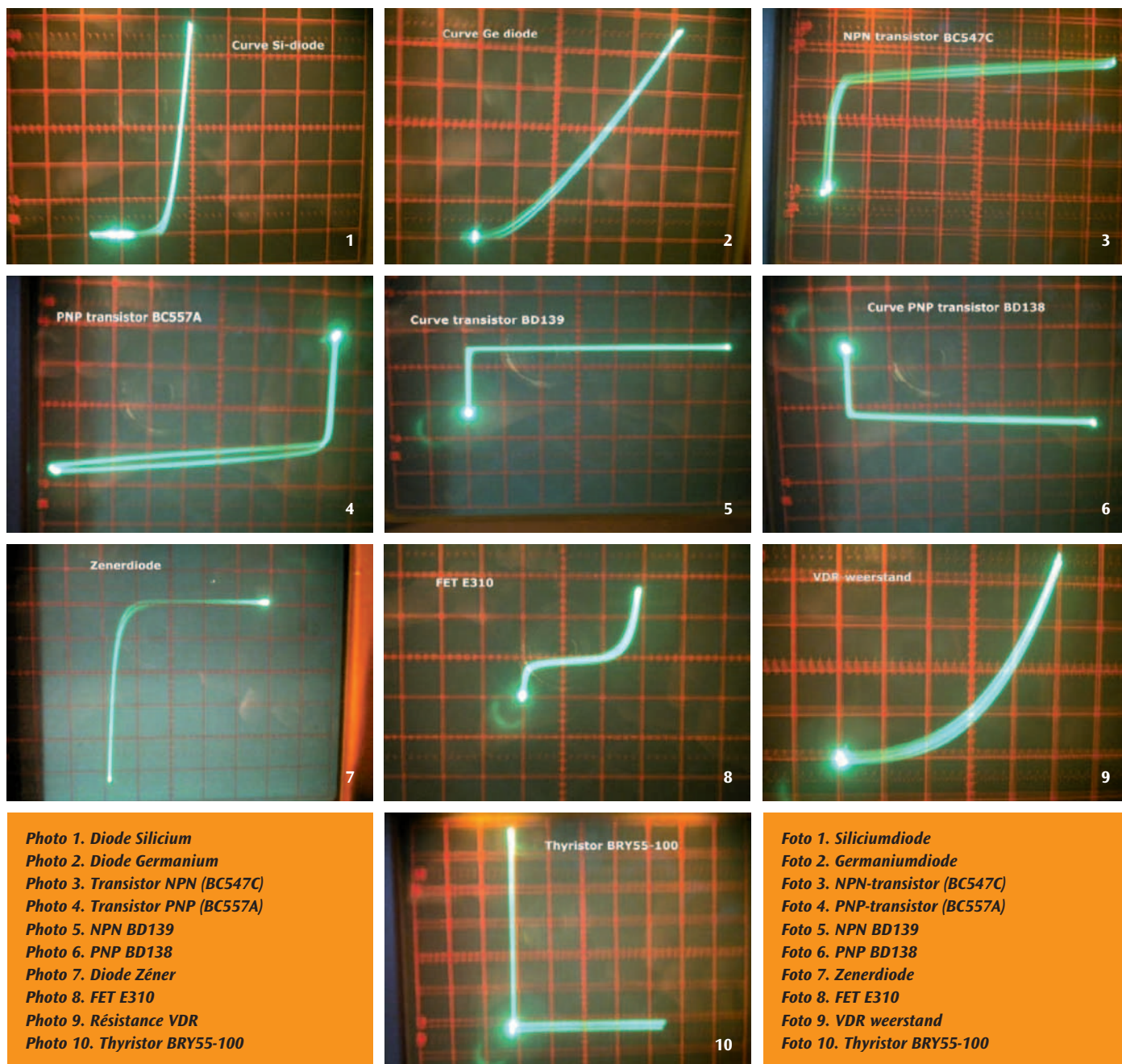
Nombre Aantal	Libellé Aanduiding	Description Omschrijving	Valeur Waarde
1	T	Transformateur 220 Volt /2*18 Volt – Transformator 220 Volt /2*18 Volt	
4	D1&D2&D3&D4	Diode – Diode	1N4007
1	SW	Commutateur Net – Schakelaar Net	
2	C1&C2	Elco – Elco	1000 μ F / 63 V
1	SW1	Commutateur double pole – Schakelaar dubbel-om	
1	SW2	Commutateur double pole – Schakelaar dubbel-om	
1	SW3&SW4	Commutateur Cal &Thyr – Schakelaar Cal & Thyr	
1	R1&R2	Résistance – Weerstand	1k / 2W
1	R3	Résistance – Weerstand	5,6 k
1	R4	Résistance – Weerstand	36 k
1	R5	Potentiomètre – Potentiometer	10 k
1	R6	Résistance – Weerstand	1 Ω
1	R7	Résistance – Weerstand	4,7 k
1	R8	Potentiomètre de réglage – Trimpotentiometer	10 k
1	R9	Potentiomètre de réglage – Trimpotentiometer	2M5
2	D5&D6	Diode Zéner – Zenerdiode	ZD 9,1V/1W
1	F	Fusible – Zekeringhouder	

Collection de courbes enregistrées

Sur les photos on voit de diverses courbes enregistrées de composants différents.

Verzameling van opgenomen curves

Op de foto's ziet men diverse curven van verschillende opgenomen elementen.



Remarques

Avec un NTC on constate que la courbe se déplace en chauffant (peut être + ou – sensible à la température).

Avec un LDR on voit basculer la courbe en illuminant.

Modifications

WLD dispose d'un site web <http://www.on6wl.be>. D'éventuelles modifications de cet article seront publiées à Homebrew 2013. On peut obtenir de l'information et de la communication via l'adresse e-mail dans le formulaire de contact.

Participants au projet de construction

Responsable du projet: Eddy ON5JK on5jk@uba.be

Finalisation du concept du circuit imprimé:

François ON4AUB on4aub@uba.be

Rédaction finale du document: Luk ON4BB on4bb@uba.be

Constructeurs: ON3RDW, ON4AUB, ON4AVZ, ON4DNR, ON5MDM, ON5PE, ON5JK, ON6HE, ON6RL

Opmerkingen

Bij een NTC-weerstand ziet men de curve schuiven bij opwarming (kan + of – temperatuurgevoelig zijn).

Bij een LDR ziet men de curve kantelen bij belichting.

Aanpassingen

WLD beschikt over een webstek <http://www.on6wl.be>. Hierop zijn eventuele aanpassingen van dit artikel te vinden, Homebrew 2013. Informatie aanvragen en communicatie kan via het e-mailadres in het contactformulier.

Deelnemers aan het bouwproject

Projectverantwoordelijke: Eddy ON5JK on5jk@uba.be

Finalisatie printontwerp: François ON4AUB on4aub@uba.be

Eindredactie document: Luk ON4BB on4bb@uba.be

Bouwers: ON3RDW, ON4AUB, ON4AVZ, ON4DNR, ON5MDM, ON5PE, ON5JK, ON6HE, ON6RL