

RFID-detector voor

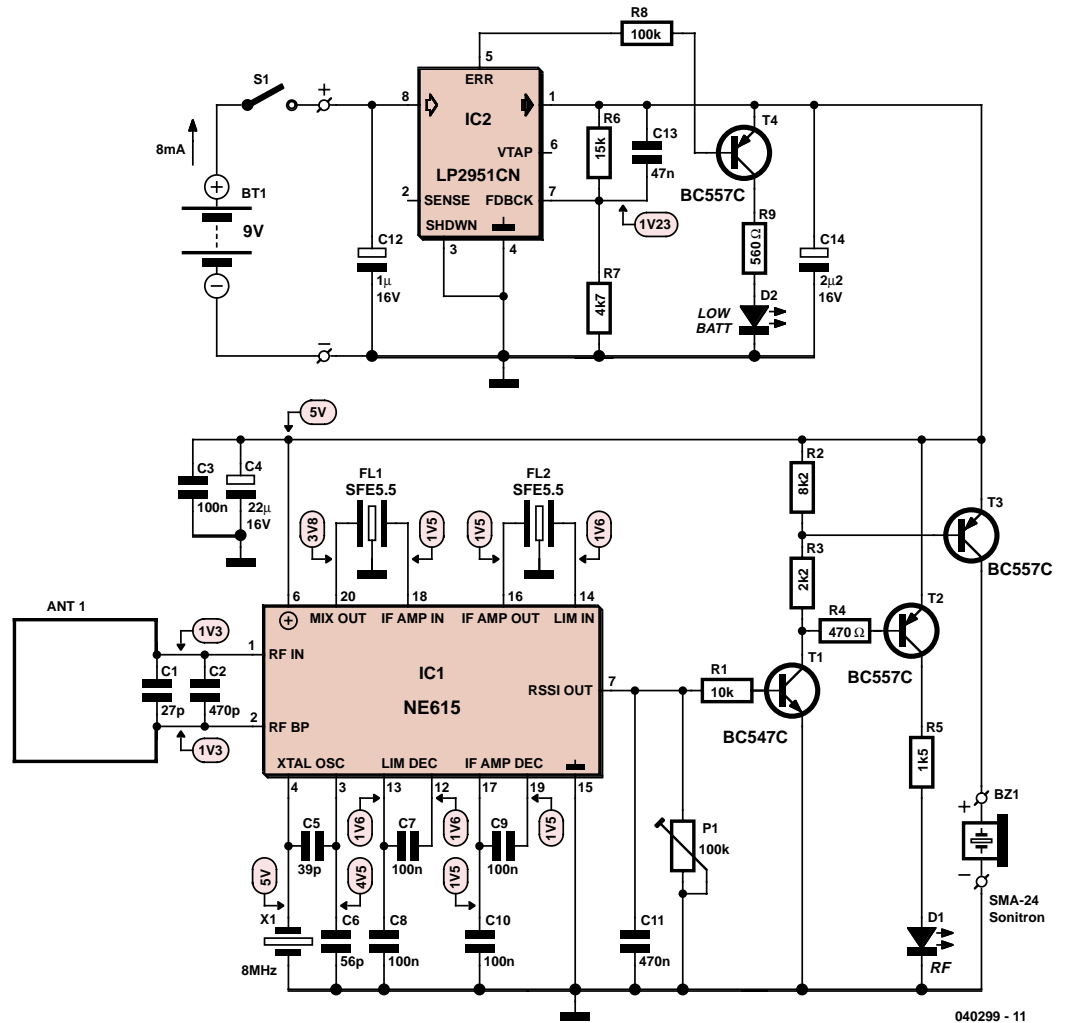
Speurneus voor verborgen RFID-zenders

Gert Baars



RFID's zijn microchips met gegevens die via een radioverbinding kunnen worden uitgelezen (en vaak ook beschreven). Ze worden steeds meer toegepast voor productregistratie en als diefstalbeveiliging in winkels, maar ook in klantenkaarten om informatie te verzamelen. In dit artikel wordt een gevoelige detector beschreven die (eventueel verborgen) RFID-zenders detecteert die op 13,56 MHz werken.

13,56 MHz

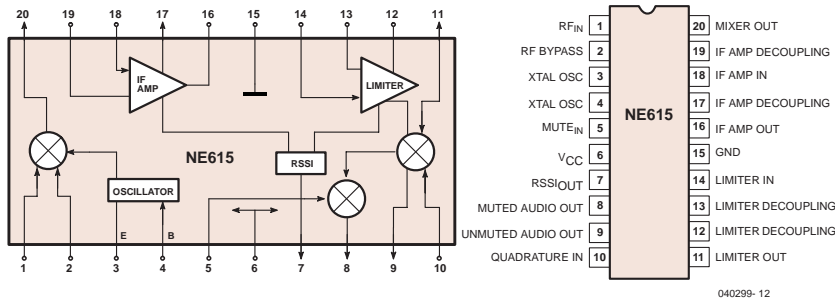


Figuur 1. In het schema staat de NE/SA615-ontvanger/detector centraal.

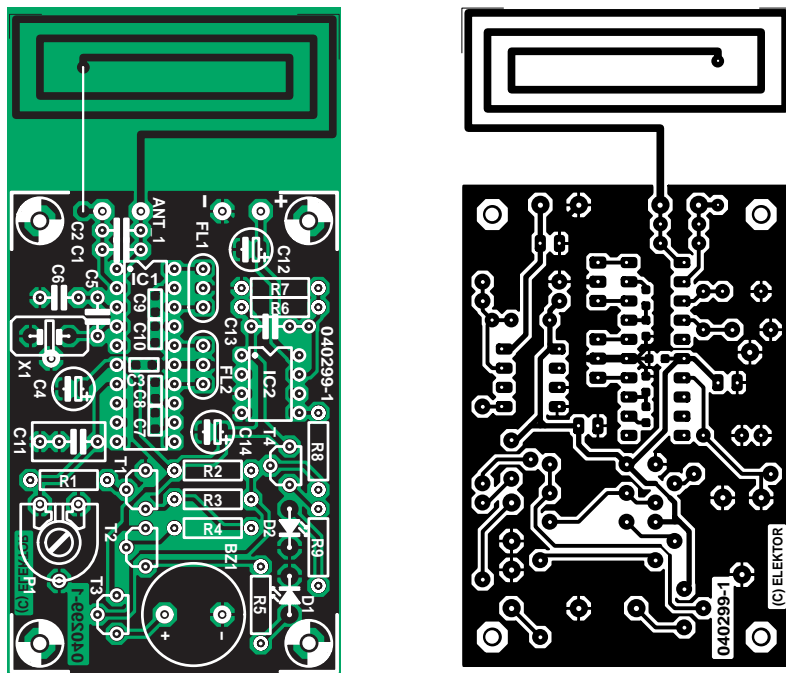
De afkorting RFID staat voor Radio Frequency Identification. Hierbij gaat het gewoonlijk om een kleine chip waarin een aantal data zijn vastgelegd die op afstand kunnen worden opgevraagd door middel van een zend/ontvangcombinatie. Veel winkelproducten worden tegenwoordig standaard voorzien van zo'n chip. Ten opzichte van een barcode heeft zo'n chip verschillende voordelen. De hoeveelheid informatie is veel groter, gegevens kunnen contactloos op een meer of minder grote afstand (afhankelijk van het systeem) worden gelezen (ook evt. veranderd)

en worden opgeslagen voor verdere verwerking. De chips kunnen eenvoudig op of in de verpakking van producten verwerkt worden en de kosten zijn door de grote aantallen relatief gering, zodat dit in de totale kostprijs van het product nauwelijks een rol speelt. Vaak weet de klant niet eens dat een RFID-chip bijvoorbeeld in een kledingstuk is verwerkt. Aan de kassa worden de gegevens van de chip afgevraagd en kan ook een eventuele diefstal detectie worden uitgeschakeld in de chip. De bekende poortjes bij de ingangen van een winkel zorgen voor de laatste con-

trole als u de winkel verlaat. Een andere toepassing die de laatste tijd steeds meer opkomt, is het voorzien van klantenkaarten van RFID-chips. Op deze wijze kunnen firma's precies nagaan wat hun klanten doen en kopen - vaak weet de klant helemaal niet dat hij op deze wijze gegevens achter laat! Bij al deze RFID-chips gaat het om passieve exemplaren. Dat betekent dat ze geen eigen voedingsbron bezitten, maar door middel van een antennespoel energie betrekken uit het veld van de zender; op deze wijze kunnen data



Figuur 2. Het blokschema van het inwendige van de NE/SA615.



Figuur 3. De print is enkelzijdig uitgevoerd, maar aan de soldeerzijde zijn toch een aantal SMD-componenten geplaatst die zorgen voor een effectieve ontkoppeling.

worden uitgewisseld. Dit laatste is in ons geval juist van voordeel. De zender moet een vrij sterk signaal uitzenden om de chip te activeren. Dat betekent dat het met een goede ontvanger mogelijk moet zijn om zo'n (verborgen) zender op enkele meters afstand op te kunnen sporen. Er zijn voor RFID-chips verschillende frequenties in gebruik, zoals 125 en 134 kHz, 868 MHz en 2,45 GHz. 13,56 MHz is een frequentie die momenteel door diverse grote fabrikanten wordt toegepast.

Speciale ontvanger

Om een dergelijke zender te kunnen detecteren, gebruiken we bij voorkeur een zo klein mogelijke antenne. De toegepaste ontvanger moet dus zo gevoelig mogelijk zijn. Hier is gekozen voor

een superheterodyne ontvanger in combinatie met een op de print geëtste microstrip-antenne. Het schema is te zien in **figuur 1**. De schakeling is tamelijk ongecompliceerd en er is nu eens geen microcontroller aanwezig. De centrale component in deze ontvanger is IC1, een NE615 (= SA615). Dit IC bevat een bijna volledige ontvanger. De inwendige functies van dit IC zijn blokschematisch weergegeven in **figuur 2**. Voor het gemak is ook de penbezetting van het 20 pennen tellende IC vermeld. De SA615 is volgens fabrikant Philips een 'high performance' monolithisch laag-vermogen FM-MF-systeem. Het IC herbergt een mixer/oscillator, twee begrenzendende middenfrequentversterkers, een kwadratuurdetector, een spanningsregelaar en het bezit ook nog een logaritmische ontvangst-

Onderdelenlijst

Weerstanden:

- R1 = 10 k
- R2 = 8k2
- R3 = 2k2
- R4 = 470 Ω
- R5 = 1k5
- R6 = 15 k
- R7 = 4k7
- R8 = 100 k
- R9 = 560 Ω
- P1 = 100 k instel

Condensatoren:

- C1 = experimenteel bepalen, begin zonder
- C2 = 470 p
- C3, C7...C10 = 100 n SMD, behuizing 0805
- C4 = 22 μ /16 V radiaal
- C5 = 39 p
- C6 = 56 p
- C11 = 470 n
- C12 = 1 μ /16 V radiaal
- C13 = 47 n
- C14 = 2,2 μ /16 V radiaal

Halfgeleiders:

- D1 = LED groen, low-current
- D2 = LED rood, low-current
- T1 = BC547B
- T2, T3, T4 = BC557B
- IC1 = NE615 of SA615 (DIL20-behuizing)
- IC2 = LP2951CN (DIL8-behuizing)

Diversen:

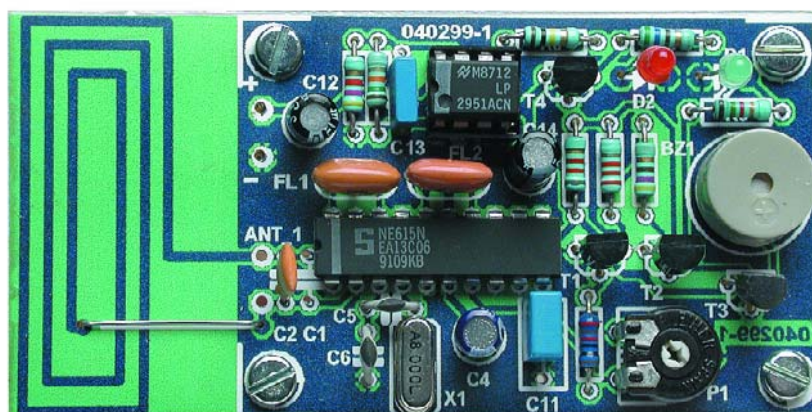
- X1 = 8 MHz kristal
- BZ1 = actieve buzzer 6 V
- FL1, FL2 = keramisch filter SFE5.5
- S1 = enkelpolige schakelaar
- BT1 = 9-V-batterij met aansluitclip
- Kastje: Hammond 1590B aluminium
- Print EPS 040299-1 (zie servicepagina's)
- Print-layout is ook beschikbaar op www.elektuur.nl/tijdschrift

direct aangeboden aan de gebalanceerde ingang van de mixer. De oscillator-ingang van de mixer ontvangt een 8-MHz-sigitaal van de ingebouwde kristaloscillator. De verschillfrequentie aan de uitgang van de mixer ($13,56 - 8 = 5,56$ MHz) wordt door een keramisch filter van 5,5 MHz geleid. Dit type filter is goed verkrijgbaar, omdat het wordt gebruikt in de geluidsmid-frequent van TV's. Aangezien het filter een bandbreedte heeft van ongeveer 300 kHz, zullen alle signalen in het gebied 13,350...13,650 kHz worden ontvangen. In deze band ligt de ISM-frequentie 13,560 dus redelijk centraal. Het uitgangssigitaal van de eerste MF-versterker wordt aangeboden aan een tweede 5,5 MHz keramisch filter, FL2. Hiermee wordt de onderdrukking van ongewenste mengproducten nog verder vergroot. Vervolgens gaat het sigitaal via pen 14 naar de limiter. In figuur 2 is te zien dat het gefilterde sigitaal van beide versterkers wordt aangeboden aan het RSSI-circuit. Het hieruit afgeleide gelijkspanningsniveau geeft een nauwkeurig beeld van de ontvangen sigitaalsterkte. Uit de RSSI-uitgang (pen 7) vloeit een stroom van 0...80 μ A, afhankelijk van de sterkte van het ontvangen sigitaal. De overdracht hiervan is logaritmisch, waardoor zowel heel kleine als heel sterke signalen kunnen worden gemeten. Dit maakt het mogelijk om de detector te voorzien van twee uitgangen: een LED (D1) om een zwak sigitaal aan te geven en een buzzer voor een sterk ontvangen sigitaal.

De FM-detector in de NE/SA615 wordt hier niet gebruikt en behoeft dus ook geen externe componenten. Het niveau waarbij de detector in actie komt, kan worden afgeregeld met behulp van instelpotmeter P1. In de meeste gevallen zal P1 worden ingesteld op maximale gevoeligheid. Dat wil zeggen: bij afwezigheid van een sigitaal wordt P1 zo ingesteld dat de LED net niet oplicht. Sterke kortegolfzenders en storingen van de omgeving kunnen de LED soms kort laten flitsen. De voedingsspanning voor deze ontvanger wordt gestabiliseerd door spanningsregelaar IC2, een type met een lage spanningsval (low-drop). Als de batterijspanning is gedaald tot beneden 6 V, zal de ERR-uitgang van IC2 via transistor T4 een LED laten branden. De gebruiker weet dan dat de batterij moet worden vervangen. De ontvanger gebruikt in standby-toestand ongeveer 8 mA uit een 9-V-blok-batterij.



Figuur 4. Hier zijn de SMD-componenten goed te zien.



Figuur 5. De print-layout. Let op de draadbrug bij de antenne.

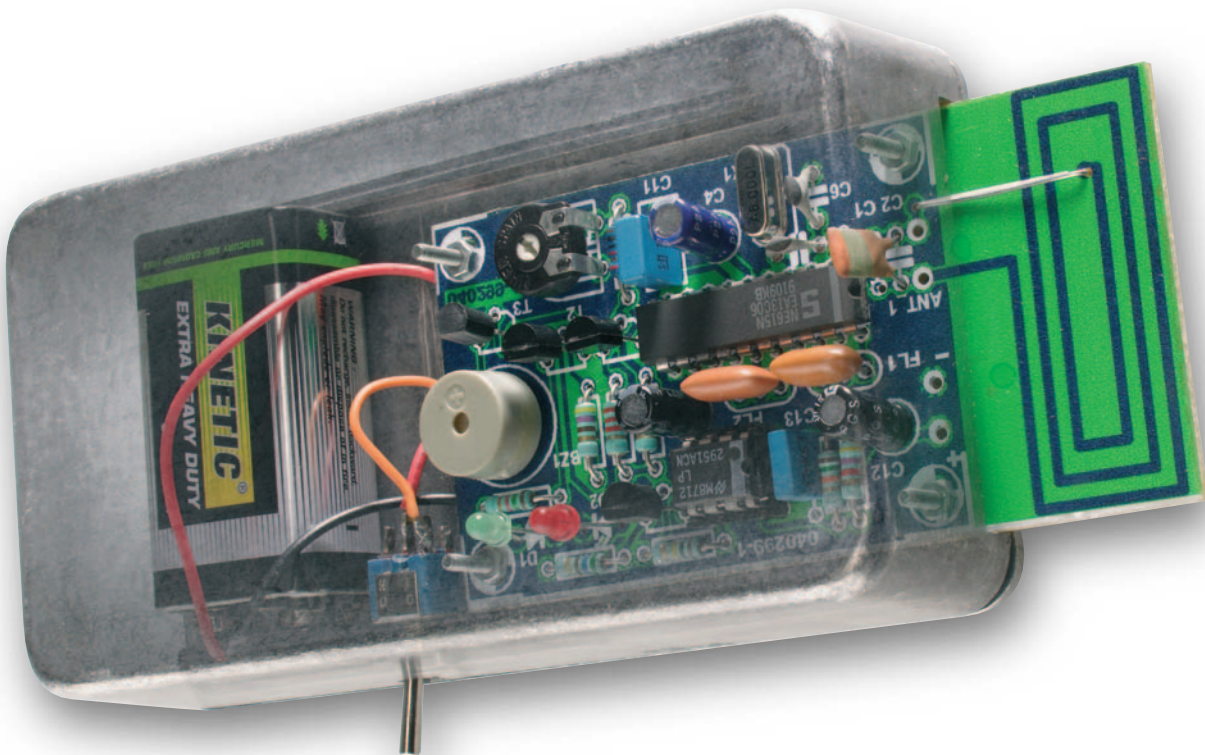
Constructie

Alle componenten, inclusief de antenne, zijn ondergebracht op een kleine print (**figuur 3**). Het bestukken van deze enkelzijdige print zal niet veel problemen opleveren. De gewone componenten (met aansluitdraden) hebben allemaal normale afmetingen en worden geplaatst aan de componentzijde van de print. Slechts een paar SMD-condensatoren worden aan de soldeerzijde van de print aangebracht, onder IC1. Bij deze ontvanger hoeft geen enkele spoel te worden gewikkeld!

Het is aan te raden om bij de montage te beginnen met de SMD-condensatoren aan de soldeerzijde. Door de kleine afmetingen van deze condensatoren is de parasitaire zelfinductie bij de ont-koppeling zeer gering. De ontkoppe-

lende werking hiervan is dus zeer effectief. Bovendien wordt met deze kleine condensatoren nog wat printruimte gespaard. De SMD-componenten zijn goed te zien op de foto van de onderzijde van de print (**figuur 4**). De bovenzijde van de print met alle gemonteerde componenten is te zien in **figuur 5**.

Het gebruik van ont-koppelcondensatoren in de vorm van SMD-componenten die worden gemonteerd aan de soldeerzijde is hier heel succesvol gebleken. Te verwachten is dat in de toekomst meer Elektuur-projecten op deze manier worden uitgevoerd. Misschien is het een goed idee om alvast een kleine voorraad 100-nF-condensatoren in de afmeting 0805 aan te leggen. Voor wie het gebruik van SMD-componenten nog steeds een brug te ver is, bestaat de mogelijkheid om in plaats



Figuur 6. Een kijkje in ons prototype van de RFID-detector.

hiervan miniatuur keramische C's te monteren.

De NE/SA615 wordt bij voorkeur direct op de print gesoldeerd, zonder een IC-voet te gebruiken. Voor het kristal mag ook een laag type (HC49-4H) worden gebruikt.

Omdat het hier om een HF-schakeling gaat, kan het beste een metalen behuizing worden gekozen. Natuurlijk zal de lusantenne door een in de behuizing aangebrachte sleuf buiten de kast moeten steken. De print past netjes in een aluminium spuitgiet-behuizing van Hammond (type 1590); er is dan nog

voldoende ruimte voor de batterij. Ook voor een aan/uit-schakelaar is nog plek.

Test en gebruik

Bij het testen van de opgebouwde ontvanger bleek dat de LED met een dipmeter op een afstand van enkele meters al te activeren was. Bij een afstand van ongeveer 10 cm ging ook de buzzer af. Een RFID-zender met bijbehorende antenne straalt aanmerkelijk meer vermogen uit. Het detecteren hiervan zal dus al op grotere afstand mogelijk zijn. Als een andere verhouding van de activeringsdrempels voor

de LED en de buzzer gewenst is, kan met de waarden van R2 en R3 worden geëxperimenteerd.

Voor een optimale ontvangst kan de afstemming van de antenne nog worden verfijnd. Hierbij wordt het RSSI-sigitaal (spanning over P1) gebruikt als hulp bij vinden van een optimum. Als de beschikbare functiegenerator 13,56 MHz niet haalt, dan kan de volgende noodgreep uitkomst bieden. Stel de functiegenerator in op een frequentie waarvan een oneven harmonische uitkomt op 13,56 MHz (zoals 4,52 MHz of 2,712 MHz). De generator wordt dan afgesloten met de nominale impedantie (meestal 600 Ω) in serie met een paar windingen geïsoleerd koperdraad. De op deze manier gevormde spoel wordt dicht bij de antenne van de detector opgesteld. Nu kan de waarde van C1 zodanig worden gewijzigd dat de RSSI-spanning zo hoog mogelijk is.

Misschien zullen gevorderde gebruikers de gevoeligheid nog verder willen opvoeren. Een raamantenne met de afmetingen 75x75 cm, afgestemd met ongeveer 500 pF, is waarschijnlijk een goed startpunt voor verdere experimenten. Het gebruik van twee spriantennes van ongeveer een meter lengte is veel simpeler, maar kan niettemin verrassende resultaten opleveren. Deze laatstgenoemde antennes zijn waarschijnlijk minder geschikt voor het onopvallend uitvoeren van metingen.

De niet gekozen weg

Sommige lezers zullen zich afvragen waarom bij deze ontvanger niet is gekozen voor een middenfrequentie van 455 kHz of 10,7 MHz. De NE/SA615 kan met beide frequenties goed overweg en voor deze frequenties zijn tal van goedkope keramische filters beschikbaar.

Het is inderdaad mogelijk om een enkele-conversie-ontvanger voor 13,56 MHz te maken met gebruik van de NE/SA615 en een MF van 455 kHz of 10,7 MHz. Laten we eens uitgaan van een 455-kHz-middenfrequentie. De benodigde frequentie voor de lokale oscillator zal dan moeten uitkomen op $13,56 \text{ MHz} \pm 0,455 \text{ MHz} = 14,015 \text{ MHz}$ of $13,105 \text{ MHz}$. Helaas bestaan voor deze frequentie geen standaardkristallen, waardoor we genoodzaakt zijn een kristal te laten slijpen. De kosten hiervan bedragen in het gunstigste geval 15 euro, maar een ander bezwaar is de lange levertijd die in bepaalde gevallen kan oplopen tot 6 weken. Hetzelfde geldt als we kiezen voor een MF van 10,7 MHz. De benodigde kristalfrequentie zal dan uitkomen op $24,260 \text{ MHz}$ of $2,860 \text{ MHz}$.

In het hier gepresenteerde alternatief volstaan een goedkoop en gemakkelijk verkrijgbaar processor-kristal en twee, eveneens goedkope, keramische filters. Daarom is deze variant voor de actieve elektronicus verreweg de meest aantrekkelijke.

(040299)