

## Bias-tee met chatgpt en doe er ook maar een diplexer bij!



Realisatie met zo min mogelijk moeite!  
En waarom dat niet helemaal gelukt is.....

Eric PE1MIX

## Diplexer met bias-tee

- Wat is een bias-tee
- Wat is een diplexer
- Waarom dit ontwerp nodig
- Eenvoudig te berekenen?
- Welke componenten kiezen
- Verschil tussen theorie en praktijk
- De uiteindelijke schakeling
- Het printontwerp
- Het solderen van de print
- De meetresultaten

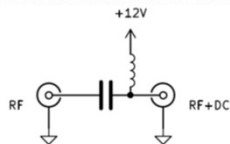


MIX

## Diplexer met bias-tee

### Wat is een bias-tee:

Een bias-tee is een schakeling die wordt gebruikt om een DC spanning op een coaxkabel te zetten. Dat kan nuttig zijn om b.v. een voorversterker, transverter of coaxrelais in de mast van voeding te voorzien.



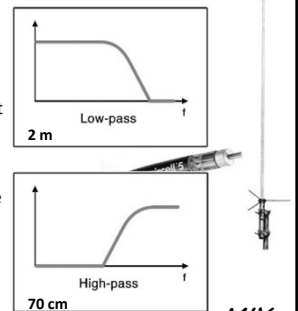
MIX

## Diplexer met bias-tee

### Wat is een diplexer:

Een diplexer is een schakeling die wordt gebruikt om één coaxkabel te kunnen gebruiken voor 2 verschillende frequenties tegelijkertijd.

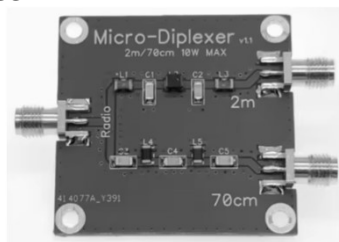
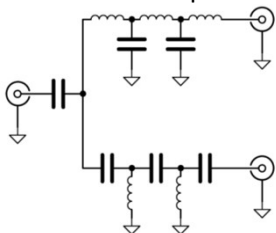
Bijvoorbeeld om een dualband antenne te verbinden met een set met aparte antenne aansluitingen.



MIX

## Diplexer met bias-tee

### Schema van een diplexer:

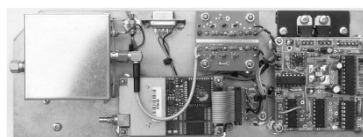


MIX

## Diplexer met bias-tee

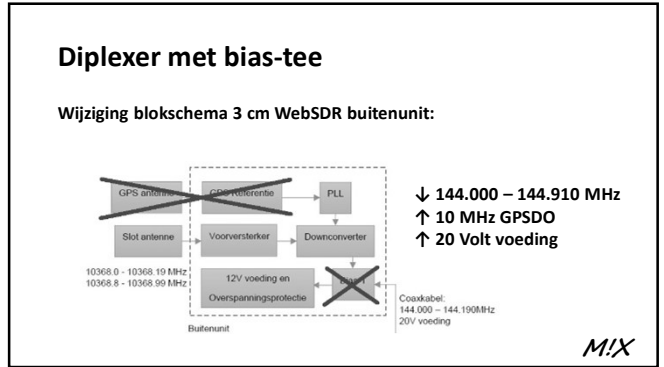
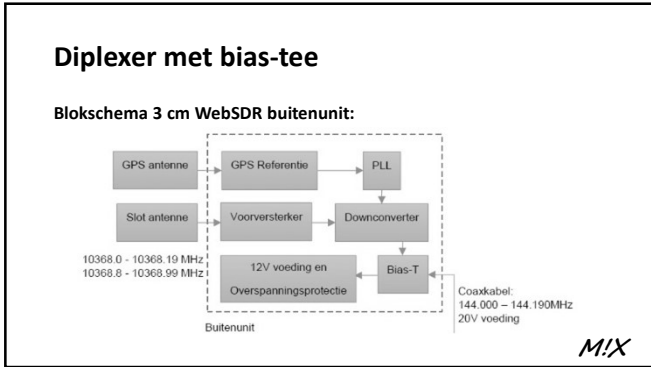
### Waarom is ontwerp nodig?

- De 3 cm WebSDR staat buiten met GPSDO



- De GPSDO van de 13 cm WebSDR heeft kuren
- Een nieuwe GPSDO met OCXO is beschikbaar

MIX



- ### Diplexer met bias-tee
- Mee te nemen in het ontwerp:**
- 2 stuks nodig, één boven en één beneden
  - Componenten zijn niet ideaal! Hier lopen we vaker tegen aan bij onze projecten ☹️
  - Klein, moet in een bestaande 1HE 19" kast en in de mast behuizing passen
  - Ook in een blikje te monteren
  - Berekenen makkelijk maken, gebruik maken van online tools
  - Toepassen van SMD is leuk!
  - Ontwerp in KiCad
  - In te zetten op meerdere frequenties, door "alleen" een nieuwe berekening
  - SMD solderen zo makkelijk mogelijk maken

### Diplexer met bias-tee

**Vuistregel:**  
De impedantie van de bias tak moet minimaal 20 maal de systeemimpedantie zijn.

$Z \geq 20 \times 50 \Omega$   
 $Z \geq 1 \text{ k}\Omega$

Welke spoel we daar voor nodig hebben gaan we aan ChatGPT vragen.  
**MAAR CONTROLEER DE ANTWOORDEN!**

<https://www.digikey.nl/en/resources/conversion-calculators/conversion-calculator-reactance>

### Diplexer met bias-tee

Welke waarde zelfinductie heeft een impedantie van 1 kilo ohm bij 10 MHz?

De inductieve reactantie is  $X_L = \omega L = 2\pi fL$ .

Gegeven:

- $X_L = 1000 \Omega$
- $f = 10 \text{ MHz} = 10 \times 10^6 \text{ Hz}$

Berekening:

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{1000}{2\pi \cdot 10^7} \approx 1,59 \times 10^{-5} \text{ H}$$

Dus:  
 $\approx 15,9 \mu\text{H}$

Een spoel van ongeveer 16  $\mu\text{H}$  heeft bij 10 MHz een impedantie (reactantie) van 1 k $\Omega$ .

### Diplexer met bias-tee

Welke waarde zelfinductie heeft een impedantie van 1 kilo ohm bij 145 MHz?

We gebruiken opnieuw:

$$X_L = 2\pi fL \Rightarrow L = \frac{X_L}{2\pi f}$$

Gegeven:

- $X_L = 1000 \Omega$
- $f = 145 \text{ MHz} = 145 \times 10^6 \text{ Hz}$

Berekening:

$$L = \frac{1000}{2\pi \cdot 145 \times 10^6}$$

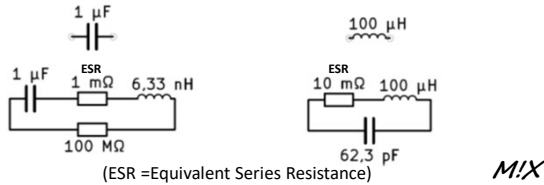
$$L \approx \frac{1000}{910,6 \times 10^6} \approx 1,10 \times 10^{-6} \text{ H}$$

Dus:  
 $\approx 1,1 \mu\text{H}$

Een spoel van ongeveer 1,1 microhenry heeft bij 145 MHz een impedantie van 1 k $\Omega$ .

### Diplexer met bias-tee

De 16  $\mu\text{H}$  spoel voor 10 MHz zou theoretisch ook voldoen op 145 MHz. Immers 16  $\mu\text{H}$  is groter dan de berekende minimale waarde van 1,1  $\mu\text{H}$ . Leuk idee maar helaas, onze componenten zijn niet ideaal.....



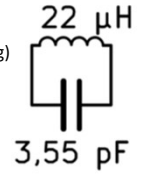
MIX

### Diplexer met bias-tee



We nemen voor de berekende 16  $\mu\text{H}$  een fraaie smoorspoel van Bourns.

Type: PM105SB-220M-RC  
 Zelfinductie: 22  $\mu\text{H}$  ( $X_L$  is met 1,4 k $\Omega$  hoog genoeg)  
 Maximale stroom: 1,4 A  
 Minimale Q: 27  
 SRF: 18 MHz



➤ De ESR heeft geen invloed op de waarde van de SRF!

MIX

### Diplexer met bias-tee, de spoel

#### Onder de zelfresonantiefrequentie (SRF)

De spoel gedraagt zich zoals bedoeld.  
 De impedantie neemt toe met de frequentie.  
 De inductieve reactantie is groter dan de capacatieve reactantie.

$$X_L = 2\pi fL$$

#### Op de zelfresonantiefrequentie (SRF)

De parasitaire capaciteit en inductie van de spoel vormen samen een parallelresonantiekring.  
 De impedantie van de spoel bereikt een piek en wordt maximaal.  
 De fasehoek van de impedantie is nul en de totale impedantie is zuiver resistief.

#### Boven de zelfresonantiefrequentie (SRF)

Het gedrag van de spoel wordt capacitief.  
 De parasitaire capaciteit overheerst de inductie.  
 De impedantie neemt af naarmate de frequentie toeneemt, de spoel gedraagt zich als een condensator.

MIX

### Diplexer met bias-tee, de condensator

#### Onder de zelfresonantiefrequentie (SRF)

De condensator gedraagt zich zoals bedoeld.  
 De impedantie neemt af met de frequentie.  
 De capacatieve reactantie is groter dan de inductieve reactantie.

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

#### Op de zelfresonantiefrequentie (SRF)

De parasitaire inductie en de capaciteit van de condensator vormen samen een serie-resonantiekring.  
 De impedantie wordt vrijwel nul, waardoor de condensator zich gedraagt als een kortsluiting.  
 De fasehoek is nul en de totale impedantie is zuiver resistief.

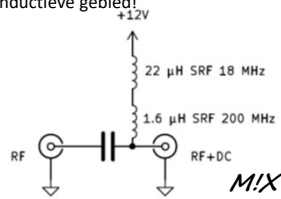
#### Boven de zelfresonantiefrequentie (SRF)

Het gedrag van de condensator wordt inductief.  
 De parasitaire inductie overheerst de capaciteit.  
 De impedantie neemt toe met de frequentie, de condensator gedraagt zich als een spoel.

MIX

### Diplexer met bias-tee

De oplossing is om 2 (of meer) spoelen in serie te zetten. Eerst de spoel met de hoogste SRF, daarna de spoel met de laagste SRF. Beide spoelen werken dan nog in het inductieve gebied!



MIX

### Diplexer met bias-tee



22  $\mu\text{H}$   
 10 MHz - 30 dB  
 145 MHz -5,25 dB

22  $\mu\text{H}$  en 1,6  $\mu\text{H}$  in serie  
 10 MHz - 30 dB  
 145 MHz -20,4 dB

MIX

### Diplexer met bias-tee

Dan nog wat ont koppeling. +12V  
Diode als beveiliging.

RF RF+DC  
1,6 µH is een compromis...  
SRF, Q, I en behuizing

### Diplexer met bias-tee

Regelmatig voorkomende fout:

MIX

### Diplexer met bias-tee

MIX: Ik wil een bias tee maken voor 10 t/m 150 MHz. Ik wil daarvoor een LQW32FT1R6M8HL en een PM105SB-220M-RC in serie zetten. Kun je dit berekenen?

**ChatGPT:**  
Met de gekozen componenten (de inductoren) zou je bias tee waarschijnlijk goed werken in het bereik van 10-150 MHz, maar je moet ervoor zorgen dat de condensator voldoende capaciteit heeft om de DC blokkeren en de RF-signalen door te laten. Een waarde van 1 µF voor de condensator zou goed moeten werken, en de inductieve reactantie van de spoelen zal voldoende laag zijn om de RF-signalen door te laten.  
Heb je nog aanvullende vragen over de componentkeuze of ontwerp?

MIX

### Diplexer met bias-tee

MIX: De spoelen houden de RF signalen juist tegen.

**ChatGPT:**  
Je hebt gelijk! Mijn excuses voor de verwarring. In een bias tee moeten de spoelen juist de DC spanning doorlaten en de RF signalen blokkeren. De rol van de spoelen is dus om RF signalen te blokkeren terwijl ze de DC spanning doorlaten. In plaats van de RF-signalen door te laten zoals ik eerder zei, blokkeren de spoelen deze juist, wat de werking van de bias tee definieert.  
**ChatGPT:**  
De componenten die je gekozen hebt, kunnen prima werken voor een bias tee in het bereik van 10 MHz tot 150 MHz. De spoelen zullen de RF-signalen blokkeren, terwijl de condensator de RF-signalen doorlaat en tegelijkertijd de DC-spanning blokkeert. Je kunt de condensatorwaarde rond de 1 µF kiezen voor een goede balans.

MIX

### Diplexer met bias-tee

Gevraagd naar de volgorde van de spoelen kwam een verkeerd antwoord.  
MIX: Het moet andersom omdat je eerst de hogere frequenties wilt sperren en daarna pas de lage, dit door de lage SRF van de 22uH.

**ChatGPT:**  
Ah, ik zie nu het probleem! Je hebt gelijk, de volgorde van de spoelen moet andersom zijn dan ik eerst dacht. Bedankt voor je geduld en voor het uitleggen van het punt over de self-resonant frequency (SRF). Laten we het opnieuw aanpakken, met de juiste volgorde van de spoelen, gezien het effect van de SRF van de inductoren.  
**Waarom deze volgorde belangrijk is:**  
De 1,6 µH spoel heeft een hoger SRF, waardoor hij beter in staat is om de hogere frequenties te blokkeren zonder dat de effectiviteit op lagere frequenties wordt aangetast.  
De 22 µH spoel heeft een lager SRF en zal dus minder effectief zijn bij hogere frequenties, maar nog steeds goed werken voor het blokkerende effect bij lagere frequenties.

MIX

### Diplexer met bias-tee

En weer een foutje....  
MIX: XL1 is verkeerd berekend, deze moet 100,53 ohm zijn.

Ah, ik begrijp nu waar de fout zit! Bedankt voor je geduld en je scherpe blik. Je hebt gelijk, de reactantie van de 1,6 µH spoel (LQW32FT1R6M8HL) bij 10 MHz moet 100,53 Ω zijn, en niet 1005,3 Ω zoals ik eerder had berekend. Laten we de berekeningen opnieuw doen met de juiste waarden, zodat we het goed hebben.

MIX

### Diplexer met bias-tee

Na wat opvoeden van ChatGPT is de bias-tee klaar.  
Nu verder met de diplexer!



De filters kunnen we berekenen op:  
<https://markimicrowave.com/technical-resources/tools/lc-filter-design-tool/>

**MIX**

### Diplexer met bias-tee

**Te doen:**

- Berekening lowpass filter (t.b.v. 10 MHz)
- Berekening highpass filter (t.b.v. 145 MHz)

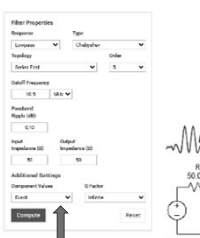
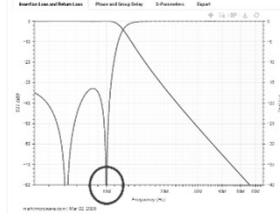
➤ Lowpass filter gebruikt spoelen in serie en condensatoren naar massa  
➤ Highpass filter gebruikt condensatoren in serie en spoelen naar massa

➤ "Series first", de eerste component na de connector staat in serie  
➤ "Shunt first", de eerste component na de connector gaat naar massa  
(Ik heb "series first" gebruikt om makkelijk afstand te overbruggen op de print)

**MIX**

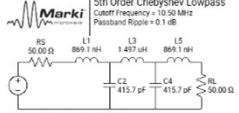
### Diplexer met bias-tee

Lowpass filter, kantelpunt 10,5 MHz:

5th Order Chebyshev Lowpass  
Cutoff Frequency = 10.50 MHz  
Passband Ripple = 0.1 dB

Een beetje spelen met de kantelfrequentie om de maximale reflectiedemping op de goede plaats te krijgen.



**MIX**

### Diplexer met bias-tee

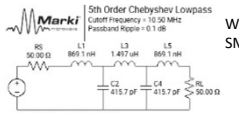
Plek met de minste demping is vaak niet de plek met de beste SWR!

Lowpass filter, kantelpunt 10,5 MHz:

	Origineel	330 pF	L2 = 1 uH	L2 = 1,5uH	L2 =1,2 uH C= 220 pF	L=820 nH
Plek S11 (MHz)	5,85	6,6	5,85	3,8	8,1	9
S11 @ 10 MHz	-8,8	-8,83	-5,3	-2,16	-12	-20,5
S21 @ 10 MHz	-1,6	-0,9	-1,8	4,6	-1	-0,8

Proto	Definitief
1 uH	820 nH
1,5 uH	1,2 uH
390 pF	220 pF


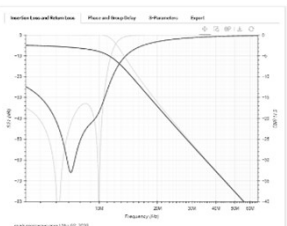
Wijzigingen goed documenteren!  
SMD L en C hebben geen opdruk.



**MIX**

### Diplexer met bias-tee

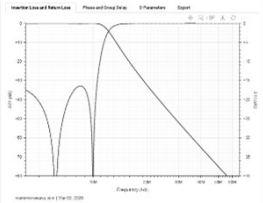
Juich niet te snel bij de curves in dit programma!  
Er is recent een extra optie bijgekomen, de Q!

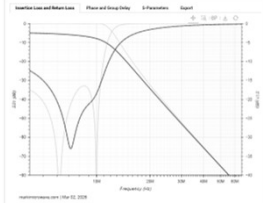



**MIX**

### Diplexer met bias-tee

Lowpass filter, kantelpunt 10,5 MHz:

Ideaal: 

"Realiteit": 

Inductor Q: 30, Inductor Q Test Freq: 100 MHz  
Capacitor Q: 1000, Capacitor Q Test Freq: 100 MHz

**MIX**

### Diplexer met bias-tee

Highpass filter, kantelpunt 140 MHz:

Proto	Definitief
18 pF	18 pF
12 pF	11 pF
39 nH	39 nH

5th Order Chebyshev Highpass  
 Cutoff Frequency = 140.0 MHz  
 Passband Ripple = 0.1 dB

**Rekening houden met:**

- Component tolerantie vaak  $\pm 5 - 10\%$
- Kleinere waarden  $\pm 0.25$  pF (1 pF – 9,1 pF)
- Capaciteit printmateriaal
- Inductie printsporen
- Pak altijd dezelfde component bij tunen!
- SMD afkomstig van dezelfde reël!

### Diplexer met bias-tee

Highpass filter, kantelpunt 140 MHz:

Gelukkig is de invloed van de Q hier minder. Wel grote sprongen bij gebruik van 10% componenten.

### Diplexer met bias-tee

**Componentkeuze diplexer:**

- SMD componenten
- L en C indien mogelijk in 0805 (geen hoge vermogens en spanningen)
- 10 MHz gedeelte, standaard spoelen iets meer verlies maar toch signaal genoeg!
- RF spoelen voor het 145 MHz gedeelte Q hoger, verliezen lager
- Liefst RF condensatoren voor het 145 MHz gedeelte Ook condensatoren hebben een SRF!

### Diplexer met bias-tee

**Componentkeuze:**

- L en C indien mogelijk in 0805

### Diplexer met bias-tee

TYPICAL SERIES RESONANT FREQUENCY "U" SERIES CHIP

Bij RF SMD condensatoren kun je een dergelijke grafiek in de datasheet tegenkomen. Er bestaat een afhankelijkheid tussen formaat, waarde en SRF. In een filter moet de SRF altijd boven de doelfrequentie liggen!

### Diplexer met bias-tee

- 10 MHz is niet zo hoog, "gewone" 0805 componenten werken prima. SRF is eigenlijk altijd hoger dan 10 MHz
- Voor het 145 MHz filter zijn echte RF spoelen en condensatoren gebruikt. SRF opzoeken in datasheet, >> 145 MHz

Maar hoe zit dat bij gebruik van een koppelcondensator? DC wordt sowieso niet doorgelaten maar 10 MHz en 145 MHz dan?

### Diplexer met bias-tee

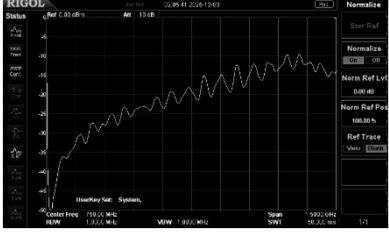


**Motto van Wim PA2WJE:**  
 "Je gebruikt altijd de onderdelen.....  
 waar je er het meeste van hebt!"

Dat was in mijn geval een reel met nog zo'n 1000 stuks 100 nF 0805 SMD's  
 De SRF was niet opgegeven in de datasheet.....

MIX

### Diplexer met bias-tee

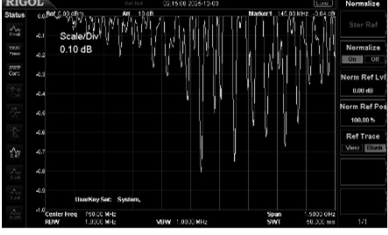


100 nF naar massa, goede ontkoppeling waar deze ook voor is bedoeld  
 Samsung CL21B104KCFNNE

Schaal:  
 1 – 1500 MHz 10 dB/div

MIX

### Diplexer met bias-tee

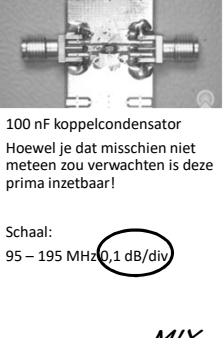


100 nF koppelcondensator  
 Hoewel je dat misschien niet meteen zou verwachten is deze wel prima inzetbaar!

Schaal:  
 1 – 1500 MHz 0,1 dB/div

MIX

### Diplexer met bias-tee



100 nF koppelcondensator  
 Hoewel je dat misschien niet meteen zou verwachten is deze prima inzetbaar!

Schaal:  
 95 – 195 MHz 0,1 dB/div

MIX

### Diplexer met bias-tee



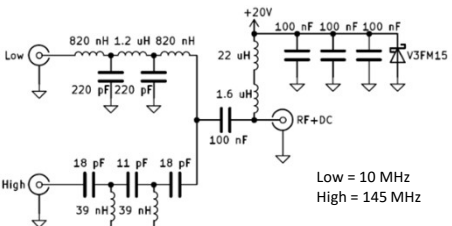
Nu we weten wat we willen,  
 ontwerpen met:



MIX

### Diplexer met bias-tee

Schema met (de uiteindelijke) componentwaarden:

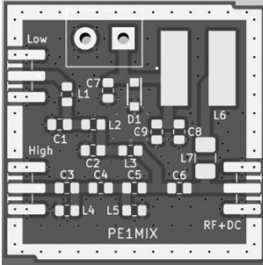



Low = 10 MHz  
 High = 145 MHz


MIX

### Diplexer met bias-tee

Printlayout

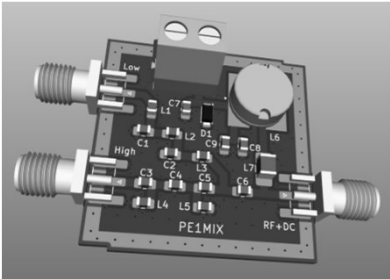




37 x 37 x 30 mm



### Diplexer met bias-tee

Resultaat in 3D

### Diplexer met bias-tee

En dan:

- Printen bestellen
- Onderdelen verzamelen / bestellen
- Wachten.....
- Solderen!





### Diplexer met bias-tee



“Amateur” mogelijkheden SMD solderen:

Met de “gewone” soldeerbout:

- Gebruik flux indien nodig
- IC's kun je sleepsolderen
- Flux gebruikt, goed schoonmaken!

Met een “hotplate” of hete lucht:

- Gebruik een goede soldeer pasta
- Gebruik niet teveel soldeer pasta
- Eerst soldeer pasta testen!
- Goed schoonmaken!


### Diplexer met bias-tee

Loodhoudende of loodvrije soldeer?

Op grond van de Europese richtlijn RoHS (Restriction of Hazardous Substances) is in 2006 het gebruik van een aantal materialen (waaronder lood) in de elektronica (grotendeels) verboden.

**Snelle technologische ontwikkelingen:**

- Enorme groei van aantal apparaten
- Steeds kortere product life cycles
- Economische groei en relatief lage prijzen

**Hadden de volgende gevolgen:**

- Relatief snelle groei van hoeveelheid afval
- Toename van schadelijke stoffen
- Risico's voor gezondheid en milieu

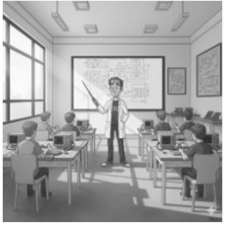



### Diplexer met bias-tee

Loodhoudende of loodvrije soldeer?

**RoHS (Restriction of hazardous Substances):**  
Gebruik gevaarlijke stoffen aan de bron beperken.

**WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment):**  
Verwerken van afval op een milieuvriendelijke manier, te betalen door de producent (de vervuiler betaald).

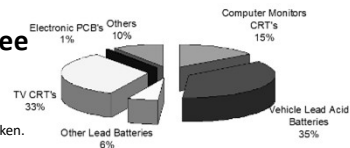



### Diplexer met bias-tee

**Loodhoudende of loodvrije soldeer?**  
 RoHS (Restriction of hazardous Substances):  
 Gebruik gevaarlijke stoffen aan de bron beperken.

WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment):  
 Verwerken van afval op een milieuvriendelijke manier, te betalen door de producent (de vervuiler betaald).

Er waren (zijn?) uitzonderingen naar toepassing.  
 Dezelfde motorregeling toegepast:  
 Medisch: RoHS en WEEE niet van toepassing.  
 Industrieel: RoHS niet en WEEE wel van toepassing.  
 Gereedschap: RoHS en WEEE wel van toepassing.



MIX

### Diplexer met bias-tee

**Loodhoudende of loodvrije soldeer?**

Behandeling is niet nodig!  
 Wij mogen als hobbyist nog steeds loodhoudende soldeer gebruiken!



MIX

### Diplexer met bias-tee

**Loodhoudende of loodvrije soldeer, het verschil op beeld (@2006):**



MIX

### Diplexer met bias-tee

**SMD component solderen met de gewone soldeerbout:**

- Vertin één pad, gebruik dunne soldeer b.v. 0,4 mm
- Plaats de SMD component met een pincet
- Soldeer de component op de reeds vertinde pad
- Soldeer de andere kant
- Soldeer de kant van de vertinde pad, deze zat wel vast maar is waarschijnlijk nog niet voldoende gevloeid
- Gebruik eventueel wat extra flux (vloeimiddel)

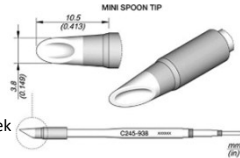


MIX

### Diplexer met bias-tee

**SMD IC solderen met de gewone soldeerbout:**

- Zet met dunne soldeertin het IC vast op zijn plek
- Breng voldoende flux aan  
 Gebruik flux uit een spuit, flux uit een "pen" is meestal veel te waterig
- Maak de punt van de soldeerbout schoon  
 Gebruik een concave of een platte punt
- Doe een klein beetje soldeertin op/in de punt
- "Trek" zonder mechanische druk de punt langs de pootjes
- Doe dit ook aan de andere kant
- Indien nodig extra flux toevoegen



MIX

### Diplexer met bias-tee

**"Sleep solderen" van IC's**




MIX

### Diplexer met bias-tee

**SMD solderen met een "hotplate" of hete lucht:**  
Daar moeten we een soldeer pasta voor gebruiken.

Veel voorkomende legeringen soldeer pasta:

Sn 42 Bi 57.6 Ag 0.4	Smeltpunt 138 °C	Bismut
Sn 64.7 Bi 35 Ag 0.3	Smeltpunt 172 °C	Bismut
Sn 62.8 Pb 36.8 Ag 0.4	Smeltpunt 181 °C	Lood
Sn 63 Pb 37	Smeltpunt 183 °C	Lood
Sn 96.5 Ag 3 Cu 0.5	Smeltpunt 217 °C	-
Sn 99 Ag 0.3 Cu 0.7	Smeltpunt 217 °C	-

Overwegend tin, zilver en koper worden naar "smaak" toegevoegd.  
Er is gelukkig veel verbeterd in 20 jaar!



MIX

### Diplexer met bias-tee

**8 soldeer pasta's getest, waar zitten de verschillen in?**

- Aanbrengen; te vloeibaar, te stroperig, korrelig, plakt niet
- Verschuiven van de pasta bij het plaatsen van onderdelen
- Soldeer "pakt" niet lekker (flux probleem)
- Soldeer vloeit niet lekker (flux probleem)
- Positioneert niet lekker, componenten zwemmen niet naar hun plek
- Tombstoning



MIX

### Diplexer met bias-tee

**Andere nadelen van loodvrije soldeer pasta:**  
De genoemde slechte positionering en de tombstoning zijn erger bij gebruik van loodvrije soldeer, deze heeft echter nog meer nadelen.

Loodvrije soldeer geeft een grotere kans op:

- Temperatuurschade aan componenten
- Solder beading
- Whiskers
- Voids
- Cracks
- Fillet lifting

Hoe meer tin de soldeer bevat hoe groter de kans op problemen



MIX

### Diplexer met bias-tee

**Nadelen van loodvrij:**

- Temperatuurschade aan componenten

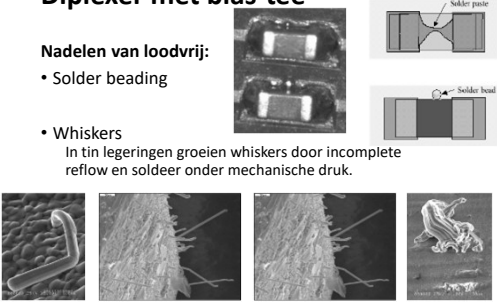


MIX

### Diplexer met bias-tee

**Nadelen van loodvrij:**

- Solder beading
- Whiskers  
In tin legeringen groeien whiskers door incomplete reflow en soldeer onder mechanische druk.

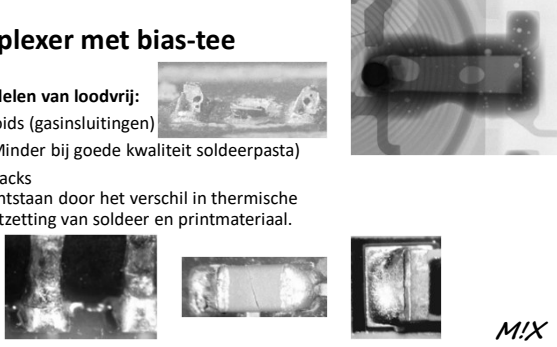


MIX

### Diplexer met bias-tee

**Nadelen van loodvrij:**

- Voids (gasinsluitingen)  
(Minder bij goede kwaliteit soldeer pasta)
- Cracks  
Ontstaan door het verschil in thermische uitzetting van soldeer en printmateriaal.

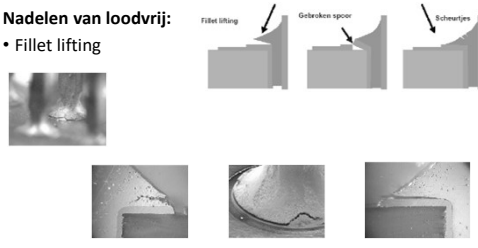


MIX


### Diplexer met bias-tee

**Nadelen van loodvrij:**

- Fillet lifting



Labels in diagrams: Fillet lifting, Gebroken spoor, Scherfjes



### Diplexer met bias-tee

**Welke soldeer pasta gebruiken?**  
 Alle geteste goedkopere o.a. AliExpress varianten werkten op zijn best "matig". Prijzen variëren van € 4 tot € 8.

**Chip Quik TS391LT werkt goed!**  
 Legering: Sn42 Bi57.6 Ag0.4  
 Smeltpunt: 138 °C (LT = Low Temperature)  
 Bedrijfstemperatuur: 96 °C max.

**Chip Quik TS391AX werkt goed!**  
 Legering: Sn63 Pb37  
 Smeltpunt: 183 °C

Spuitje Chip Quik van 15 g à € 18,15 @ Eleshop.  
 De "normale" loodvrije variant heb ik niet getest (geen noodzaak).




### Diplexer met bias-tee

**Aanbrengen van soldeer pasta:**  
 Dotjes pasta op de pads aanbrengen. Er zijn mogelijkheden met automatische dispensers op perslucht maar dat is voor hobbygebruik niet interessant.

Gewoon met het spuitje of een tooltje van Ali.

De pads moeten net bedekt zijn met een dun laagje.  
**Je gebruikt al snel te veel!**




### Diplexer met bias-tee

**Aanbrengen van soldeer pasta:**  
 Bij het maken van meerdere dezelfde printen kan het makkelijk zijn om ook een stencil te laten maken.

Hierin zitten gaten op plekken waar soldeer pasta moet komen.

Deze stencil leg je op de print en veegt er dan soldeer pasta overheen.


De dikte van het stencil is zo gekozen dat precies genoeg pasta wordt aangebracht.

Een stencilhouder is niet goedkoop maar wel heel erg makkelijk!




### Diplexer met bias-tee

**Aanbrengen van soldeer pasta:**

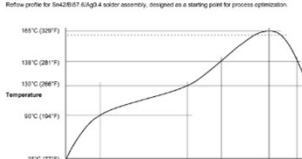



### Diplexer met bias-tee

**Hoe te solderen?**


- Hete lucht soldeerbout
- Een verwarmingsplaatje, "hotplate"
- ~~(Reflow) oven(tje)~~

Recommended Profile:  
 Reflow profile for Sn63Pb37 6/Ag14 solder assembly, designed as a starting point for process optimization.



Temperature: 185°C (365°F), 138°C (281°F), 133°C (271°F), 90°C (194°F), 25°C (77°F)

Time: 0min, 30sec, 180sec, 210sec, 240sec, 270sec



### Diplexer met bias-tee

#### Hete lucht soldeerbout :

- Vanaf ± € 80 verkrijgbaar
- Ook te gebruiken voor krimpkous
- Lokale warmte
- Dubbelzijdig te gebruiken

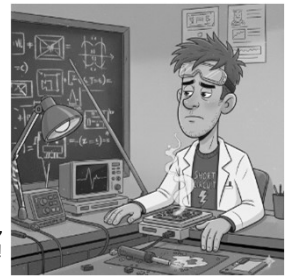


MIX

### Diplexer met bias-tee

#### Hotplate:

- Goedkoop op AliExpress, vanaf ± € 25
  - 10 x 10 cm, groter is duurder
  - Lopen vaak tot 400 °C
  - Nadeel, koelt langzaam af
- Reflow profiel daardoor sub optimaal, maar goed bruikbaar!

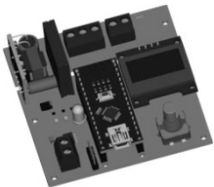


MIX

### Diplexer met bias-tee

#### Zelfbouw hotplate:

- <https://www.instructables.com/Tims-Hot-Plate/>
- <https://github.com/Apehaenger/Another-HotPlate-Firmware>



MIX

### Diplexer met bias-tee

#### Na solderen altijd schoonmaken met :

- IPA (Isopropanol Alcohol) of
- PCB cleaner

Zowel bij handsolderen met flux als met pasta!

Gebruik geen cleaner uit een spuitbus!  
Het opgeloste residu verdwijnt niet met het verdampen van de cleaner en blijft plakkerig aanwezig (en het stinkt!)

Ondanks dat veel flux of soldeer als "no clean" wordt verkocht, zal kan het toch een zootje worden. Vooral met flux omdat deze overvloedig wordt aangebracht



MIX

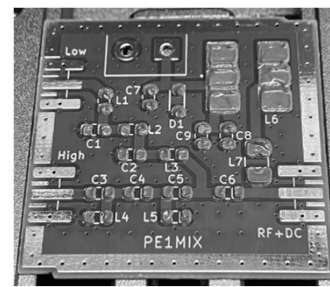
### Diplexer met bias-tee

- IPA of PCB cleaner verwerken in een bakje
- Liefst in een ultrasoon badje
- Deze zijn verkrijgbaar vanaf € 20.
- Print indien nodig naspoelen met gedestilleerd water.

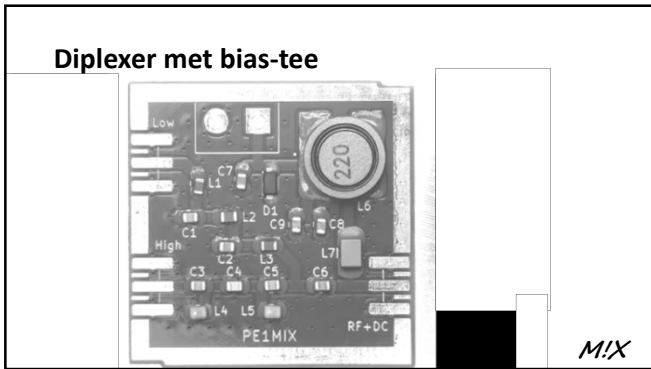


MIX

### Diplexer met bias-tee



MIX




### Diplexer met bias-tee

**Metingen aan de diplexer:**  
 We hebben hiervoor een signaalbron en een uitlezing nodig.  
 Damping (verzwakking) meten met:

- Spectrumanalyser met tracking generator
- Spectrumanalyser met ruisbron
- Vectornetwerkanalyser (VNA)

Reflectie (SWR) meten met:

- Spectrumanalyser met tracking generator én een directional coupler
- Spectrumanalyser met ruisbron én een directional coupler
- Vectornetwerkanalyser (VNA)

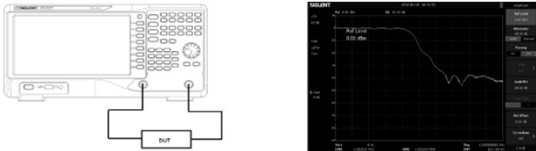


*MIX*

### Diplexer met bias-tee

**Metingen aan de diplexer:**

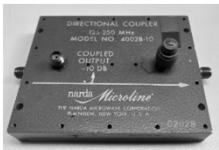
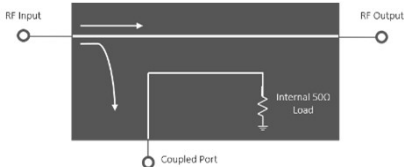
- Spectrumanalyser met tracking generator
- Vectornetwerkanalyser (VNA)



*MIX*

### Diplexer met bias-tee


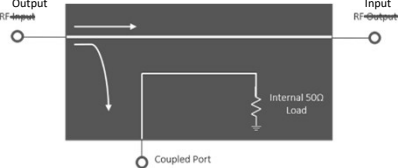
**Metingen aan de diplexer:**  
 De directional coupler

*MIX*

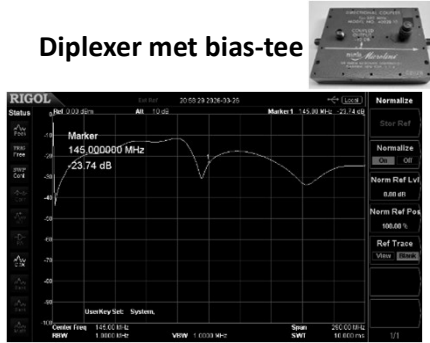
### Diplexer met bias-tee

**Metingen aan de diplexer:**  
 De directional coupler

*MIX*

### Diplexer met bias-tee

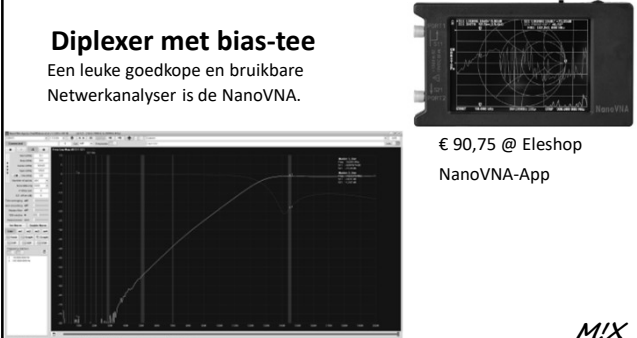


**S11 = -23,74 dB**  
**SWR 1.14 : 1**

**-10 dB coupler!**  
**S11 = -13,74 dB**  
**SWR 1.52 : 1**

*MIX*

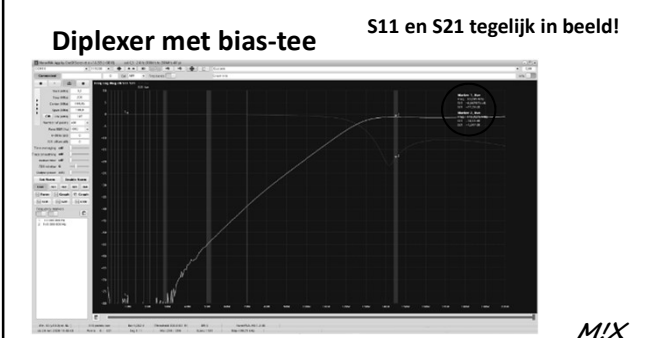
**Diplexer met bias-tee**  
 Een leuke goedkope en bruikbare Netwerkanalyser is de NanoVNA.



€ 90,75 @ Eleshop  
 NanoVNA-App


MIX

**Diplexer met bias-tee** S11 en S21 tegelijk in beeld!




MIX

**Diplexer met bias-tee**  
 "Quick connect" of "quick mate" connectoren



MIX

**Diplexer met bias-tee, het resultaat:**



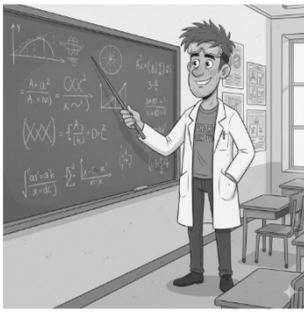
MIX

**Diplexer met bias-tee**

Meetresultaten:

Doorlaatdemping (S21):  
 @ 10 MHz 0,8 dB  
 @ 145 MHz 1,0 dB

Reflectiedemping (S11):  
 @ 10 MHz 20,5 dB (1:1,21)  
 @ 145 MHz 22,4 dB (1:1,16)



MIX

**Diplexer met bias-tee**

Missie geslaagd!



MIX

## Diplexer met bias-tee



### Links:

<https://chatgpt.com/> ©  
<https://markimicrowave.com/technical-resources/tools/lc-filter-design-tool/>  
<https://www.digikey.nl/en/resources/conversion-calculators/conversion-calculator-reactance>  
<https://www.eleshop.nl/solderen/verbruiksartikelen/soldeerpasta.html>  
<https://www.eleshop.nl/solderen/soldeerstations/hete-lucht-soldeerstations.html>  
<https://github.com/owenduffy/NanoVNA-App>  
<https://www.eleshop.nl/catalog/product/view/id/5342/s/nanovna-h4/category/541/>  
<https://www.everythingrf.com/rf-calculators/return-loss-to-vswr-calculator>

MIX



MIX



Bedankt voor jullie aandacht!

MIX