

# **MST2**

**QRP SSB ALICI-VERİCİ KARTI**

# **40M**

**YAPIM KILAVUZU**

**Design by VK2DOB**

**Özet Çeviri: TA2FK**

[www.delab.com.tr](http://www.delab.com.tr)

*MST2 Yapım Kılavuzu – 22/06/2026*

# İçindekiler

İçindekiler.....	2
1. Giriş .....	3
2. Devre Açıklaması .....	3
2.1 Taşıyıcı Osilatör.....	3
2.2 SSB Üretici .....	4
2.3 Kristal Filtre.....	4
2.4 Verici Karıştırıcı (TX Mixer) .....	4
2.5 Güç Yükseltici.....	5
2.6 Güç Kaynağı ve RX/TX Anahtarlamaı .....	5
2.7 Alıcı Karıştırıcı (RX Mixer).....	5
2.8 Çarpım Dedektörü (Product Detector) .....	5
2.9 Ses Gücü Yükseltici.....	6
2.10 Ses AGC (Otomatik Kazanç Kontrolü).....	6
3. Yapım.....	7
3.1 Genel.....	7
3.2 Yapım Adımları .....	7
Adım 1: PCB .....	7
Adım 2: Dirençler .....	7
Adım 3: Diyotlar.....	7
Adım 4: Polarsız (Non-polarized) kapasitörler.....	8
Adım 5: Trimer kapasitörler .....	8
Adım 6: Trimpotlar.....	8
Adım 7: Transistörler .....	8
Adım 8: Elektrolitik kapasitörler .....	8
Adım 9: Konnektörler.....	8
Adım 10: IF transformatörleri .....	8
Adım 11: Röle .....	8
Adım 12: Bobinler.....	8
Adım 13: Kristaller.....	9
Adım 14: Anten kabloları .....	9
Adım 15: Güç MOSFET'i ve regülatör.....	9
4. Test ve Ayarlama .....	10
4.1 Genel.....	10
4.2 Güç Verme .....	10
4.3 Alış (Receive) .....	10
4.4 Veriş (Transmit) .....	11
4.5 Ton Üretici .....	11
Tipik Devre Gerilimleri .....	12
4.6 Ses AGC Ayarı S12 - 4.8 Taşıyıcı Frekans ayarı BFO - S13_5.Çalıştırma .....	14

## 1. Giriş

MST2 (Minimalist Sideband Transceiver series 2 – Minimalist Yan Bant Alıcı-Verici, 2. seri) tek bantlı SSB alıcı-verici kartı, orijinal MST alıcı-verici kartının minimalist tasarım yaklaşımını izler; ancak buna bir dizi yeni özellik ve performans iyileştirmesi ekler.

Bir VFO, bir kabin ve bir avuç dolusu parça eklediğinizde tam ve çalışır bir SSB alıcı-verici elde edersiniz.

En iyi sonuçlar için MST2'yi, sürüklenmesiz (drift free) çalışma için DDS VFO ile ve doğru alışı 'S' birimleri ile veri gücü göstergesi için LED S-metre ile birlikte kullanın.

MST2 alıcı-verici kartı, DDS VFO ve LED S-metre için tam parça kiti ..... adresinden temin edilebilir.

### MST2 Özellikleri:

1. 5 kutuplu 10 MHz kristal filtre kullanan hassas bir süperheterodin alıcı.
2. Sağlam bir güç MOSFET'i çıkış katı kullanarak en az 5 W PEP güç çıkışı.
3. Alınan ses seviyesini dengelemek için AGC devresi içeren TDA7052A hoparlör yükseltici.
4. Güç kaynağı aşırı akımına ve ters polariteye karşı koruma sağlayan P tip mosfet koruması.
5. USB veya LSB çalışma sağlamak için "çekilebilen" (pull edilebilen) taşıyıcı osilatör.
6. Hizalama, SWR kontrolü ve anten uyumlayıcılarının (coupler) ayarlanmasına yardımcı olmak üzere sabit bir ses tonu sağlayan ton üretici.
7. Kart üzerinde seçilebilir bias direnci ile standart düşük empedanslı dinamik veya Electret mikrofonu kabul eden mikrofon yükseltici.
8. İsteğe bağlı LED S-metre ya da basit bir ön panel LED'i ile veri gücü ve modülasyon göstergesi için konnektörler.
9. AF (ses) ve mikrofon kazanç kontrolleri.
10. Bir hoparlörü sürmeye yetecek bol ses çıkışı.
11. Tipik olarak 40 dB istenmeyen yan bant bastırma.
12. Tüm istenmeyen (spurious) veri çıkışları -50 dBc'nin altında.
13. Alış akım çekişi (DDS VFO dahil) sinyalsiz durumda yaklaşık 135 mA.
14. 5 W çıkışta veri akımı yaklaşık 950 mA.
15. Topraklama düzlemi, lehim maskesi ve ipek baskı (silk screen) içeren yüksek kaliteli çift taraflı PCB.
16. Basit ve kolay yapım.
17. Karmaşık bobin sarımı gerektirmez. Akortlu devreler için ucuz ticari bobin gruplarını kullanır.
18. Minimum araçla kolay ayarlanır ve kurulur.

## 2. Devre Açıklaması

### 2.1 Taşıyıcı Osilatör

Q1 transistörü bir Colpitts osilatörü olarak yapılandırılmıştır ve veri sırasında 10 MHz taşıyıcı osilatörü, alış sırasında ise beat frekans osilatörü (BFO) olarak işlev görür. X1 kristalinin frekansı, trimer kapasitör TC1 ve indüktör L1 tarafından kristalin frekans tepkisinin biraz üzerine çekilir. Bu da LSB üretilmesini sağlar. Osilatöre giden güç kaynağı, 9,1 V'luk bir Zener diyotu (ZD1) ile regüle edilir.

Osilatör, dengeli modülatöre düşük empedanslı bir sürüş sağlamak üzere Q2 tampon (buffer) katını besler. Alış çarpım dedektörünü beslemek için Q1 emiter dirençlerinin birleşim noktasında yaklaşık 500 mV tepe-tepe (pk-pk) seviyesinde daha düşük seviyeli bir çıkış elde edilir.

## 2.2 SSB Üretici

Q3 transistörü, 20 k $\Omega$  giriş empedanslı ve yaklaşık 10 kazançlı mikrofon ön yükseltecidir. C8, RF'in yükselteç içine sızmasını önlemek için bulunur. Q3'ün çıkışı, C13 üzerinden Mic gain (mikrofon kazanç) kontrolüne beslenir.

Electret bir mikrofon kullanılıyorsa, R8 bir DC bias akımı sağlar ve LK1 köprülenerek (kısa devre yapılarak) etkinleştirilir. Dinamik bir mikrofon kullanılıyorsa LK1 açık bırakılır. Q4 transistörü ikinci mikrofon yükselteci olup yaklaşık 10 kazançla sahiptir. Daha yüksek akım için bias'lanmıştır ve dengeli modülatörü sürebilmesi için düşük değerli bir kolektör direncine sahiptir. R16 ve C17, RF'i yükselteçten uzak tutmak için bir alçak geçiren filtre oluşturur.

Dengeli modülatör, diyot anahtarlamalı tipte ve çift dengelidir (doubly balanced). Taşıyıcı sinyal pozitif olduğunda D1 ve D4 diyotları iletime geçer; negatif olduğunda ise D2 ve D3 iletime geçer. Sonuç olarak, çıkış transformatörü T1'de hiç RF bulunmaz. Köprüye bir ses sinyali enjekte edilirse denge bozulur ve T1'in çıkışında çift yan bantlı bastırılmış taşıyıcı (DSB-SC) bir sinyal üretilir. C21 kapasitörünün D1 ve D2 birleşim noktasını RF açısından toprakta tuttuğuna dikkat edin.

Bileşen parametrelerindeki değişimler nedeniyle denge tam olmaz; bu yüzden modülatörü dengeye getirmek için trimmer kapasitör TC2 ve trimpot VR1 ayarlanır. Pratikte 50 dB'ye kadar taşıyıcı bastırma elde edilebilir.

D5 diyotu bir RF anahtarı olarak kullanılır. İçinden hiç DC akımı geçmediğinde RF'e karşı yüksek empedanslıdır. TX modunda D5 üzerinden yaklaşık 6 mA DC akım akar ve diyot RF için düşük empedanslı bir yol haline gelir. Bu, dengeli modülatörün çıkışını kristal filtreye besler. Alışta D8 benzer bir işlevi yerine getirir.

Bir 555 zamanlayıcı (U1), yaklaşık 1 kHz frekansta astable (kararsız) modda çalışacak şekilde yapılandırılmıştır. Zamanlama bileşenleri C12 ve R15'in birleşim noktasında bir üçgen dalga formu mevcuttur. Bu, veri için yaklaşık bir sinüs dalgası elde etmek üzere R11 ve C10 ile filtrelenir. Bu sinyal, R9 ve C9 üzerinden Mic gain kontrolünün üst ucuna kuplajlanır. U1, Ton anahtarı kapatılarak pin 1 toprağa çekilene kadar osilasyona başlamaz. Ton seviyesi ve dolayısıyla verici çıkışı, Mic gain kontrolü ayarlanarak değiştirilebilir. Ton üretici, hizalama sırasında ve SWR kontrolü ile anten uyumlayıcılarının ayarlanmasında kullanışlı bir araç olarak görev yapar.

## 2.3 Kristal Filtre

Kristal filtre, aynı frekanstaki yakından eşleştirilmiş kristalleri kullanan 10 MHz, 5 kutuplu merdiven (ladder) tipi bir filtredir. C24 ila C29 kapasitörleri, yaklaşık 2,7 kHz bant genişliği sağlamak için seçilmiştir. R23 ve R24 dirençleri, geçiş bandında düşük dalgalanma (ripple) sağlamak için kristal filtreyi doğru dirençle sonlandırır.

## 2.4 Verici Karıştırıcı (TX Mixer)

Verici karıştırıcı, bir SA612 dengeli karıştırıcı olan U6 etrafında kuruludur. Kristal filtreden gelen 10 MHz LSB sinyali, tek uçlu (single ended) olarak pin 1'e beslenirken, pin 2'deki diğer giriş C59 ile RF açısından topraklanır. Yaklaşık 300 mV pk-pk VFO sinyali pin 6'ya beslenir. Q8 ve Q9 transistörleri, verici bant geçiren filtreye dengeli ve düşük empedanslı bir besleme sağlayan emiter izleyici (emitter follower) tampon katlar olarak çalışır. Verici bant geçiren filtre T5, T6 ve ilişkili kapasitörlerden oluşur ve VFO ile taşıyıcı frekanslarının farkına akortlanmıştır. Burada kullanılan transformatörler aslında entegre 47 pF kapasitörlü 10,7 MHz IF transformatörleridir. Rezonans frekansını 3,5 MHz veri frekansına uydurmak amacıyla onu düşürmek için paralel olarak ek bir harici kapasitör eklenmiştir.

Verici bant geçiren filtrenin çıkışı, hem seri hem de şönt (paralel) geri beslemeye sahip Q10 transistörü etrafında kurulu ön sürücüye (pre-driver) link (bağ) kuplajıyla aktarılır. Kolektör yükü, 10:3 sarım oranlı geniş bantlı bir transformatördür (T7). R50 DC kolektör akımını belirlerken, R51 ve C69 AC kazancı ayarlar.

## 2.5 Güç Yükseltici

Ön sürücünden gelen veriş sinyali, Q11 transistörü etrafında kurulu sürücü (driver) katına uygulanır. Yaklaşık 60 mA kolektör akımıyla bias'landığında burada bir BD139 iyi çalışır. Tasarım, düşük giriş ve çıkış empedansı ile düşük HF bantlarında iyi ve kararlı kazanç sağlamak amacıyla hem şönt hem seri geri besleme kullanan, iyi kanıtlanmış bir tasarımdır.

Güç yükseltici (Q12) bir IRF510 MOSFET'idir ve birçok tasarımda kullanılmıştır. HF bantları için iyi bir adaydır ve 13,8 V drain beslemesinden en az 5 W PEP güç sağlar. Sürücünün çıkışı R58 direnci üzerine uygulanır ve Q12 kapısı (gate) için AC sürüş bileşeni haline gelir. Zener diyotu ZD5 ve trimpot VR3, Q12'yi lineer çalışma için tam ilettime giriş noktasına yerleştirmek üzere kararlı ve değişebilen bir DC kapı gerilimi sağlar. TX moduna geçiş yapılırken, C74 kapasitörü şarj olurken kapı geriliminde kısa bir yükselme (ramp up) olur; bu, yumuşak bir kapı gerilimi geçişi sağlamak için dahil edilmiştir.

Q12'nin drain yükü, geniş bantlı bifilar sarımlı bir transformatördür (T9) ve 50  $\Omega$ 'luk bir yüke maksimum çıkış sağladığı bulunmuştur. Q12'den gelen dalga formu harmonik bakımından yüksek olabilir; bu yüzden harmonik ve diğer istenmeyen enerjinin seviyesini kabul edilebilir bir düzeye indirmek için 5 kutuplu bir alçak geçiren filtre dahil edilmiştir.

Güç çıkışı ve modülasyonun görsel bir göstergesi olarak, veriş sinyali C85 kapasitörü ile örneklerin ve R60 ile toprağa referanslanır. Sinyal D11 ile doğrultulur ve C86 ile filtrelenir. Bu, harici bir LED S-metreyi ya da akım sınırlama direnci R61 üzerinden bir ön panel LED'ini sürmek için Q13 tampon transistörünü sürer.

## 2.6 Güç Kaynağı ve RX/TX Anahtarlama

PTT işletildiğinde TX/RX rölesi enerjilenir ve veriş sinyali antene aktarılır. PTT işletilmediğinde röle, anteni alış devrelerine geçirir. Röle ayrıca TX ve RX bölümlerine gereken gücü de anahtarlar. Güç kaynağı, harici VFO ve LED S-metre için ayrı konnektörler üzerinden de mevcut hale getirilir.

D10 diyotu (V.1 için geçerli) ve 2 A'lık bir sigorta hem aşırı akım hem de ters polarite koruması sağlar. Besleme ters bağlanırsa D10 ilettime geçer ve sigorta atar. Ancak besleme 2 A'ın çok üzerinde akım sağlayamıyorsa sigorta atmayabilir; bu durumda besleme güvenli bir gerilimle sınırlanır ve hasar oluşmaması gerekir. Rv2 ve sonrasında P kanal mosfet kullanılmıştır.

## 2.7 Alıcı Karıştırıcı (RX Mixer)

Antenden gelen sinyaller, iki transformatör (T2, T3) ve kapasitörler (C50, C51, C52) ile oluşturulan bir bant geçiren filtreye uygulanır. Anten T2'ye link kuplajıyla bağlanırken, çıkış, iyileştirilmiş empedans uyumu için T3'ün akortlu primer sargısı üzerindeki bir tap'ten (uç) alınır.

U5 karıştırıcısı bir başka SA612'dir. Giriş, sırt sırta (back-to-back) bir çift diyotla korunur ve tek uçlu olarak pin 1'e beslenir. Pin 2, C54 ile RF açısından topraklanır. Zener diyotu ZD3, kararlı 6,8 V'luk bir besleme sağlar. VFO sinyali pin 6'ya yaklaşık 300 mV pk-pk olarak enjekte edilir. 10 MHz'lik toplam sinyali içeren dengeli çıkış, geniş bantlı transformatör T4'e beslenir. R43 ve D8 üzerinden DC akım aktığında T4'ün çıkışı kristal filtreye geçirilir.

## 2.8 Çarpım Dedektörü (Product Detector)

Kristal filtreden gelen 10 MHz SSB ara frekans (IF) sinyali, çarpım dedektörü U2'ye uygulanır. Çarpım dedektörü bir başka SA612 ile oluşturulmuştur ve IF sinyalini 10 MHz BFO sinyaliyle karıştırarak bir ses çıkışı üretir. BFO, Alt Yan Bant (LSB) sinyallerinin doğru şekilde algılanması için kristal filtre tepkisinin biraz üzerine ayarlanır.

Dengeli girişli bir ses yükseltici, bir NE5532 ikili düşük gürültülü op-amp'ın yarısı (U3a) ile oluşturulur. Eviren olmayan (non-inverting) giriş için bir referans beslemesi R26, R27 ve C35'ten elde edilir. U3a'nın yüksek frekans tepkisi C34, C38 ve C40 ile sınırlanırken, C36 ve C37 kapasitörleri düşük frekans tepkisini azaltır.

U3a'nın çıkışı, 1  $\mu$ F kuplaj kapasitörü üzerinden AF gain potansiyometresine beslenir. Ses sinyali ayrıca, alış sinyal gücünü göstermek için bir LED S-metre amacıyla R34 üzerinden ayrı bir konnektörde de mevcut hale getirilir. Q5 transistörü TX modunda ilettime geçer ve LED S-metreye

giden ses sinyali girişini toprağa kısa devre eder. Bu, anahtarlama geçişlerinin (transient) görüntülenmesini önler.

Alıcı kazancı anten ile AF gain kontrolü arasında sabit olduğundan, AF gain kontrolü üzerindeki ses seviyesi doğrudan alışı sinyal gücüyle orantılıdır. LED S-metre bu ses seviyesini ölçer ve alışı sinyal gücünü bir LED çubuk grafiği üzerinde doğru şekilde gösterir.

## 2.9 Ses Gücü Yükseltici

AF gain kontrolünün gezgin ucundan (wiper) beslenen ses, ikili op-amp'ın diğer yarısı (U3b) tarafından yükseltilir; bu kat 5 kazanç için yapılandırılmıştır. Yükseltilmiş sinyal daha sonra bir hoparlörü sürmek üzere ses gücü yükselticine (U4) uygulanır. Bu, Köprü Bağlı Yük (Bridge-Tied Load, BTL) çıkışlı bir TDA7052A elemanıdır. Bu yapılandırma, düşük besleme gerilimlerinde çalışma için bir dizi avantaja sahiptir ve ayrıca hoparlörün büyük bir kuplaj kapasitörüne gerek olmadan doğrudan çipe bağlanmasına olanak tanır.

**⚠ Her iki hoparlör kablosu da doğrudan entegreye bağlanır. Bir hoparlör kablosunu veya harici bir yükü toprağa bağlamak entegreye zarar verebilir.**

## 2.10 Ses AGC (Otomatik Kazanç Kontrolü)

TDA7052A'nın seçilmesinin başlıca nedeni, pin 4'teki DC gerilimini değiştirerek kazancı çok geniş bir aralıkta değiştirebilme yeteneğidir. Pin 4 boşta (floating) bırakılırsa, dahili bir kaynak yaklaşık 1,1 V sağlar ve bu da +30 dB'lik bir maksimum kazançla sonuçlanır. Pin 4 alçaltıldıkça kazanç azalır; tamamen toprağa çekilirse eleman etkin biçimde kapanır. Pin 4'ten çekilen akım miktarını değiştirerek kazanç sürekli olarak değiştirilebilir. Bu özellik, burada alışı sesini dengelemek ve çok güçlü sinyallerde hoparlörden gelen ses patlamalarını sınırlamak için bir Otomatik Kazanç Kontrolü (AGC) devresi sağlamak amacıyla kullanılır.

U4 için güç kaynağı, bir 7808 regülatörü ile +8 V'a ayarlanır. Bu, iki nedenle yapılır. Birincisi, TDA7052A yüksek besleme gerilimlerinde kararsız hale gelebilir; ancak daha önemlisi, sinyalsiz koşullarda çıkış pinlerindeki gerilimi sabitlemektir. Sinyal yokken bu gerilim besleme geriliminin yarısıdır (+4 V), ancak hoparlöre ses beslendiğinde pin 5'teki gerilim 4 V'luk durağan (quiescent) noktanın üzerine ve altına salınır. Q7 transistörünün bazı, bir direnç ve bir trimpot ile pin 5'e DC bağlanmıştır. Trimpot (VR2), ses yokken Q7'nin tam iletim eşiğinin hemen altında olacağı şekilde ayarlanır. Bir sinyal alındığında, pin 5'teki pozitif ses tepeleri Q7'yi iletime sokmaya başlar ve pin 4'ten bir miktar akım çekilmesine yol açarak kazancı düşürür. Ses azaldığında Q7 iletimden çıkmaya başlar; bu da pin 4'teki gerilimi yükseltir ve kazancı artırır. Bu eylem sürekli olarak ses seviyesini ayarlamaya çalışır ve AGC etkisini sağlar. C48 kapasitörü, pozitif çevrimler arasında yükü depolar; böylece Q7'nin negatif tepeler sırasında iletimden çıkıp distorsiyona yol açması engellenir. Bu kadar basit bir devre için dinamikler oldukça iyidir ve alıcıya harika bir katkı sağlar.

TX modunda Q6 transistörü tamamen iletime geçer ve pin 4'ü anında toprağa çeker. Bu, U4'ü kapatır ve veriş devrelerinden gelen herhangi bir istenmeyen sesin hoparlörden duyulmasını önler. RX moduna dönülürken C48 yavaşça şarj olur ve sorunsuz, tıklamasız (click-less) bir geçiş sağlar.

## 3. Yapım

### 3.1 Genel

MST2, yüksek kaliteli cam elyafı (fiberglass) bir PCB üzerine kuruludur. PCB çift taraflıdır; izlerin (track) çoğu alt tarafta yer alır, üst taraf ise bir topraklama düzlemi (ground plane) oluşturur.

Yapıma yardımcı olmak için bileşen yerleşimi (overlay) üst tarafa ipek baskı (silk screen) ile basılmıştır ve lehim köprülerine (solder bridge) karşı koruma sağlamaya yardımcı olmak için bir lehim maskesi (solder mask) bulunur.

Topraklama düzlemi geniştir ve düşük watt'lı lehim havyalarından epeyce ısı çekebilir; bu nedenle gereken gücü sürdürebilecek iyi kaliteli bir havya kullandığınızdan emin olun. Bazen lehimin üst tarafa akmadığını görebilirsiniz. Bu mutlaka bir sorun değildir, çünkü kaplama delikleri (plated through holes) üst tarafa otomatik olarak bir bağlantı sağlar.

Dikkat edilmesi gereken bir başka nokta da, kaplama deliklerin kaplamasız deliklere göre daha fazla lehim tükettiği ve bileşenlerin çıkarılmasını zorlaştırdığıdır. Bu yüzden lehimlemeden önce bileşenlerin değerini ve yönelimini kontrol edin!

Bileşenleri yerleştirmek için "en iyi" bir şema yoktur. İsterseniz bölümleri tek tek kurup test edebilirsiniz; ancak bu gerçekten gerekli değildir ve zaten bazı bölümler çalışmadan önce diğerlerine bağımlıdır. Önerilen yöntem, önce küçük bileşenleri ve PCB'ye en yakın olanları yerleştirip sonra yukarıya doğru çalışmaktır.

### 3.2 Yapım Adımları

Bileşenleri yüklerken işaretlemek için parça listesini yazdırmanız tavsiye edilir. PCB'de bileşen tanımlamalarını içeren bir ipek baskı bileşen yerleşimi vardır; ancak bileşenleri yerleştirirken ek bir referans olarak ayrıca eklenen şematik diagram sonunda yer alan yerleşim planını kullanabilirsiniz.

#### Adım 1: PCB

PCB'yi torbasından çıkarın.

**Entegreler statik hasara karşı çok hassas olmasa da, yapım sırasında statik deşarja karşı her zamanki önlemleri almak yine de iyi bir uygulamadır.**

Normalde entegreleri en son takmak alışılmış bir uygulamadır; ancak daha büyük ve yakındaki bileşenler yerindeyken onları lehimlemek neredeyse imkansızdır. Lütfen Dip IC soket kullanınız.

Tüm entegreler 2,54mm pin aralığına sahip 8 pinli DIP kılıftadırlar. Kablo bağlantı giriş çıkış pinler için mutlak 2,54 mm dip header kullanınız. Bu lehimleme, sökme takma sırasında deliğiçi kaplamalara zarar vermenizi önleyecektir.

#### Adım 2: Dirençler

Dirençlerin tümü, kolay okunabilen renk bantlarına sahip %5, 1/4 watt tiplerdir.

**⚠ Direnç değerlerini okumakta tereddüt ederseniz önce bir multimetre ile ölçün.**

Bacakları (pigtail) üstten geçirin ve yerlerinde tutmak için alttan hafifçe dışa doğru bükün. PCB'yi ters çevirin, yüzeye bastırmak için hafifçe bastırın ve lehimleyin. Fazla bacağı yan keski ile kesin.

PCB'nin bir bölümünü karışık değerlerle doldurmak yerine aynı değerdeki bir grubu yerleştirmek daha kolay ve daha az kafa karıştırıcıdır. Ayrıca hepsini takıp sonra lehimlemek yerine her seferinde 5–6 direnç takmanın daha pratik olduğunu göreceksiniz, çünkü bacaklar büyük olasılıkla işinize engel olacaktır.

#### Adım 3: Diyotlar

Takmadan önce pozitif veya Katot (Cathode) ucuna dikkat edin. Küçük Zener diyotları sinyal diyotlarına benzer, bu yüzden karıştırmadığınızdan emin olun. Doğru tanımlamak için bir büyüteç

gerekebilir. PCB'den çekerken gövdeye binen gerilmeyi azaltmak için takmadan önce bacakları şekillendirin.

Diyotlar, Katot (+) ucunda gövde üzerine basılmış bir bantla tanımlanır. (Orijinal kılavuzda Zener, 1N4148, 1N4004 ve 1N5408 görselleri gösterilmiştir.)

#### **Adım 4: Polarsız (Non-polarized) kapasitörler**

Çeşitli tiplere dikkat edin: Seramik disk NPO, standart seramik disk, polyester MKT ve çok katmanlı çip kapasitörler (MLCC). Bunların hepsi polarsızdır ve her iki yönde de takılabilir.

28 adet 100 nF (0,1 µF) MLCC vardır ve oldukça küçük olduklarından önce bunları takın. Ardından alçak geçiren filtre kapasitörlerini, sonra disk seramikleri ve son olarak da MKT'leri takın.

**⚠ C87 kapasitörünün PCB'de kendi konumu yoktur. Bunun yerine C83 ve C84'ün topraksız (non-earth) padlerine lehimlenir.**

#### **Adım 5: Trimer kapasitörler**

Verilen trimer kapasitör oldukça küçüktür ve bir bacağı tornavida ayar yarığına elektriksel olarak bağlıdır. Bu pini belirlemek için bir multimetre kullanın ve PCB'de topraklama düzlemine bağlı deliğe lehimleyin. Bacakları PCB delikleri için fazla geniş bulursanız, takmadan önce yan keskiyle kesin.

#### **Adım 6: Trimpotlar**

Taşıyıcı denge (carrier balance) trimpotunun çok turlu dikey montaj tipi olduğuna; bias ve AGC trimpotlarının ise yatay montaj tipi olduğuna dikkat edin.

#### **Adım 7: Transistörler**

2N3904 transistörleri ipek baskı bileşen yerleşimine uyacak şekilde yönlendirilir. BD139 pinleri orijinal kılavuzda gösterilmiştir (E, C, B; baskı önde).

**⚠ IRF510 güç MOSFET'i ile 7808 voltaj regülatörünün montajını sonraya bırakın.**

#### **Adım 8: Elektrolitik kapasitörler**

Bunlar polarlıdır ve doğru yönde takılmaları çok önemlidir. Elektrolitik kapasitörlerin gövdesinde negatif bacağı belirten bir çizgi vardır; pozitif bacak genellikle daha uzun olan baktır. PCB bileşen yerleşiminde pozitif bacağın deliğini gösteren bir '+' işareti bulunur.

#### **Adım 9: Konnektörler**

MST2 kartı, bazı harici bağlantılar için polarize pin header'ları kullanır. Bunlar MOLEX 'KK' serisinin eşdeğeridir. İstenirse kablolar doğrudan PCB'ye lehimlenebilir; ancak konnektörler profesyonel görünümlü bir yapıyı sağlar ve gerektiğinde kolay söküm ile teste olanak tanır. Konnektörlerin dikey bir polarize parçası vardır ve konnektörler bu parça PCB'nin merkezine doğru bakacak şekilde takılır.

Güç konnektörü 2 yollu vidalı klemensdir ve terminal açıklıkları PCB'nin kenarına doğru bakar.

Sigorta tutucu klipslerinin, üst kontak parçalarının yan tarafında, sigortayı tutucu içinde konumlandırmak amacıyla küçük bir tırnağı vardır. Klipsleri, bu tırnaklar tutucunun dış uçlarında olacak şekilde taktığınızdan emin olun.

#### **Adım 10: IF transformatörleri**

Dört IF transformatörü yalnızca tek bir yönde takılabilir; PCB'deki deliklere yerleştirilip lehimlenir.

#### **Adım 11: Röle**

Röle yalnızca tek bir yönde takılabilir, bu yüzden kartın içine yerleştirip lehimleyin.

#### **Adım 12: Bobinler**

**Bobin (Choke):** RF bobinini dirençlerle aynı şekilde takın.

**Transformatör T1:** İki adet 80 mm uzunluğunda 0,4 mm emaye bakır tel alın. Bir FT37-43 ferrit toroide primer (bal mod) için 4 tur ve sekonder (kristal filtre) için 3 tur sarın. Tellerin uçlarındaki emayeyi kazıyın ve PCB'ye takmadan önce lehimle kalaylayın. Sarım yönü önemli değildir.

**Transformatörler T4, T7 ve T8:** 80 mm uzunluğunda 0,4 mm emaye bakır tel alın ve bir FT37-43 ferrit toroide 3 turluk sekonderi sarın. 150 mm uzunluğunda 0,4 mm emaye bakır tel alın ve 10 turluk primeri sarın. Tellerin uçlarındaki emayeyi kazıyın ve takmadan önce kalaylayın. Sarım yönü önemli değildir.

**Bifilar transformatör T9:** 450 mm uzunluğunda 0,4 mm emaye tel alın ve ikiye katlayın. Teller birbirine bükülmelidir. Önerilen bir yöntem: Katlanmış tellerin bir ucunu bir mengeneye sıkıştırın. Diğer ucunda bir halka oluşturup pilli matkaptaki kanca biçimli bir uca takın. Telleri gergin tutarken, cm başına yaklaşık 3 bükümlük olana dek matkabı düşük hızda çalıştırın.

Bir FT50-43 ferrit toroide dikkatlice 5 tur sarın; toroidin keskin kenarlarına emayeyi sürtmemeye çalışın. Uçlardaki emayeyi kazıyın ve her sargının başını (S) ve sonunu (E) bulmak için bir multimetre kullanın. Ayrıca iki sargı arasında kısa devre olmadığını kontrol edin.

İlk sargının sonunu ve ikinci sargının başını alıp birbirine bükerek orta tap (center tap) oluşturun. Bacakları yan keskiyle kesin ve takmadan önce kalaylayın. Telleri PCB'deki deliklerden geçirin ve toroidi kartın yüzeyine dayanacak şekilde oturtun. İki telli orta tap'ın, T9 bileşen yerleşiminde Q12'ye en yakın orta deliğe gittiğinden emin olun.

**Alçak Geçiren Filtre Bobini L2:** 400 mm uzunluğunda 0,4 mm emaye bakır tel alın ve bir T50-2 toroide 20 tur sarın. Turları çevrenin yaklaşık %80'ini kaplayacak şekilde yayın.

**Alçak Geçiren Filtre Bobini L3:** 300 mm uzunluğunda 0,4 mm emaye bakır tel alın ve bir T50-2 toroide 15 tur sarın. Turları çevrenin yaklaşık %80'ini kaplayacak şekilde yayın. PCB üzerinde daha düzgün bir hizalama sağladığından sarım yönüne dikkat edin. Tellerin uçlarındaki emayeyi kazıyın ve takmadan önce kalaylayın.

### Adım 13: Kristaller

Kristaller frekansta yakından eşleştirilmiştir, bu yüzden herhangi bir konuma takılabilirler. PCB'de kristal metal gövdelerini PCB izlerinden yalıtması gereken bir lehim maskesi bulunur; ancak emin olmak için onları PCB'den yaklaşık 0,5 mm yukarıda monte edin. Filtre kristalleri takıldıktan sonra metal gövdelerin üzerine bir tel lehimleyin ve bunu bu amaçla ayrılmış PCB topraklama düzlemindeki yedek bir pade indirin. Taşıyıcı osilatör kristalinin de yanında bir PCB toprak bağlantı deliği vardır.

### Adım 14: Anten kabloları

PCB kabine takıldıktan sonra anten kablolarını padlere lehimlemek zordur, bu yüzden ANT ve GND padlerine kısa uzunluklar şimdiden lehimleyin.

### Adım 15: Güç MOSFET'i ve regülatör

Bunların en sona bırakılmasının nedeni, yüksekte ve kenarlara yakın durmaları ve diğer bileşenler takılırken PCB ters çevrilip geri döndürülürken hasar görebilecek olmalarıdır.

7808 voltaj regülatörü, metal tabı C47 kapasitörüne bakacak şekilde takılır.

IRF510 MOSFET'i, metal tabı PCB'nin kenarına doğru bakacak ve PCB ile gövdesi arasında yaklaşık 5 mm bacak uzunluğu olacak şekilde monte edin.

## 4. Test ve Ayarlama

### 4.1 Genel

Testi gerçekleştirmek için önerilen temel araç ve gereçler listesi aşağıdadır:

- Dijital multimetre.
- En az 5 W güç harcayabilen 50  $\Omega$  dummy load (sahte yük).
- QRP wattmetre veya osiloskop.
- 1 Amper'den fazla, 13,8 V DC regüleli güç kaynağı.
- Küçük ayar tornavidası.
- Bir ses sinyal üretici.
- Bir RF sinyal üretici.
- Bir frekans sayacı.

**⚠ Test ve çalışma için bir VFO gereklidir; bu bölümün geri kalanında MST2 kartının, hâlihazırda yapılandırılmış ve tam çalışır durumdaki DDS VFO ile birlikte kullanıldığı varsayılmaktadır.**

**⚠ Şekil 13, kartın çeşitli noktalarındaki tipik gerilimleri listeler ve çalışmayı doğrulamak için kullanılabilir.**

### 4.2 Güç Verme

- MST2 kartının akımının tek başına ölçülebilmesi için VFO güç konektörünü geçici olarak çıkarın.
- Küçük bir tornavida kullanarak: kapı bias gerilimi sıfır volt olacak şekilde bias trimpotu VR3'ü tamamen saat yönünün tersine çevirin; tur sayarak taşıyıcı denge trimpotu VR1'i yarıya ayarlayın (her iki uca ulaştığınızda hafif bir klik sesi duymalısınız); AGC trimpotu VR2'yi tamamen saat yönünün tersine çevirin.
- Anten soketine 50  $\Omega$ 'luk bir dummy load bağlayın.
- Güç kaynağını kart terminallerine bağlayın.
- Güç kaynağınızda akım ölçer yoksa, güç kaynağı pozitif kablosuyla seri olarak bir multimetre bağlayın ve akım ölçmeye ayarlayın.
- Güç kaynağını açın ve besleme akımını not edin. Yaklaşık 80 mA olmalıdır. Bundan çok farklıysa hemen kapatın ve sorunları arayın.
- Röle enerjisiz (de-energized) ve kart RX modunda olmalıdır. Bariz bir sorun olmadığını doğrulamak için multimetre ile kartın etrafında hızlı bir tarama yapın ve Şekil 13'te gösterilen DC alış gerilimlerini kontrol edin.
- VFO güç konektörünü takın. Güç kaynağı akımını kontrol edin. DDS VFO kullanılıyorsa yaklaşık 135 mA'e yükselmelidir. Yine, bundan çok farklı bir değer araştırılmalıdır.

### 4.3 Alış (Receive)

- VFO'yu kullanacağınız bandın ortasındaki bir frekansa ayarlayın.
- AF gain kontrolünü yarıya getirin. Ses katlarının çalıştığını gösteren düşük seviyeli bir cızırtıyı (hiss) hoparlörden duymalısınız.
- Q2 transistörünün emiterine bir frekans sayacı bağlayın. Frekans 9,999 MHz olana kadar trimer kapasitör TC1'i ayarlayın. Bu, taşıyıcı (BFO) frekansıdır ve Alt yan bant (LSB) çalışması için kristal filtrenin üst eteğine (skirt) yerleştirilir.
- Dummy load'u çıkarın ve anten konektörüne orta seviyeli bir RF sinyali uygulayın; hoparlörde net bir ton duyulana kadar VFO'yu akort edin. T2 ve T3 bobinlerindeki çekirdekleri (slug) maksimum ses için dikkatlice ayarlayın. Maksimuma yaklaştıkça, aşırı yüklenmeyi önlemek için AF gain'i ve muhtemelen RF sinyal seviyesini de azaltmanız gerekecek. İki

çekirdeğin konumuyla belirli bir bant genişliği elde etmek için deneme yapabilirsiniz; ancak genel olarak bandın ortasında tepe yapmak yeterli olacaktır.

- Takılıysa, LED S-metre göstergesini LED S-metre yapım kılavuzundaki talimatlara göre ayarlayın.

#### 4.4 Veriş (Transmit)

- RF sinyal kaynağını çıkarın ve dummy load'u tekrar bağlayın. Güç çıkışı hakkında bir gösterge elde etmek için ya bir QRP güç ölçere ya da osiloskoba sahip olmak avantaj sağlar.
- Mic gain kontrolünü tamamen saat yönünün tersine çevirin.
- PTT kontaklarını kısa devre yaparak kısa süreliğine TX moduna geçin. Güç kaynağı akımını kontrol edin. Bu temel veriş akımıdır ve yaklaşık 220 mA olmalıdır. Bundan çok farklı herhangi bir değer bir soruna işaret eder ve araştırılmalıdır.
- PTT'yi işletin ve bir tornavida kullanarak bias trimpotunu yavaşça saat yönünde çevirin. Güç kaynağı akımı kademeli ve düzgün biçimde yükselmelidir. Güç kaynağı akımı yaklaşık 400 mA olana kadar artırmaya devam edin. Temel akımın üzerindeki artış esas olarak çıkış MOSFET'inin iletme başlayıp lineer çalışmaya geçmesinden kaynaklanır; ancak bir kısmı henüz taşıyıcıyı dengelemediğimiz ve bir miktar güç çıkışı olduğu içindir.

**⚠ Nihai bias akımı daha sonraki bir adımda ayarlanır. Şimdi akımın çok yüksek olmadığından emin olun, aksi takdirde çıkış MOSFET'i çok ısınacaktır.**

- Taşıyıcı denge kontrolleri TC2 ve VR1'i minimum güç çıkışı için ayarlayın. Boşluk (null) oldukça keskindir ve kontroller arasında bir miktar etkileşim vardır; bu yüzden maksimum dengeyi elde etmek için ileri geri gitmeniz gerekecektir.
- Taşıyıcı dengelendikten sonra, MOSFET'i kapatmak için bias trimpotunu tamamen saat yönünün tersine çevirin. Temel veriş akımını tekrar not edin.
- Güç kaynağı akımı, temel veriş akımından 150 mA daha yüksek olana kadar bias trimpotunu yavaşça saat yönünde çevirin. Çıkış katı bias akımı artık ayarlanmıştır.
- Hâlâ bir miktar güç çıkışı fark ederseniz, taşıyıcı denge kontrollerini minimum için yeniden ayarlayın.
- Mic soketine 1 kHz, yaklaşık 50 mV'a ayarlı bir ses sinyal üretici uygulayın. PTT'yi işletin ve güç çıkışını izlerken Mic gain'i yavaşça artırın. Bir miktar güç (yaklaşık 1 Watt) görüldüğünde, T5 ve T6 bobinlerindeki çekirdekleri maksimum çıkış için dikkatlice ayarlayın. Tepeyi izlemek için uygun bir güç çıkışı elde etmek amacıyla Mic gain'i yeniden ayarlamanız gerekebilir. Bobinler tepe yaptıktan sonra, güç çıkışını izlerken Mic gain'i aşağı yukarı işletin. Güç çıkışı düzgün biçimde aşağı yukarı değişmeli ve kolayca 5 Watt çıkışa ulaşabilmelisiniz.
- LED S-metre yapım kılavuzuna başvurun ve çalışmayı doğrulayın. LED S-metreyi kullanmıyorsanız, RF güç LED'inin yandığını ve değişen güç çıkışıyla yoğunluğunun değiştiğini kontrol edin.
- Electret bir mikrofon kullanmayı düşünüyorsanız LK1 üzerine bir köprü koyun. Bu, lehimli bir bağlantı olabilir ya da 2 pinli bir header ve çıkarılabilir bir şönt (jumper) takabilirsiniz. Dinamik mikrofonlar için LK1'i açık bırakın.
- Bir mikrofon takın ve konuştuğunuzda RF çıkışı olduğunu ve PTT'ye basıldığında rölenin çalıştığını kontrol edin. Artık yakına yerleştirilmiş bir alıcı ile kendinizi izleyebilecek ve doğru Mic gain ayarını belirleyebileceksiniz.

#### 4.5 Ton Üretici

- Mic gain kontrolünü tamamen saat yönünün tersine çevirin. Ton üretici anahtarını kapatın.
- PTT'yi işletin ve RF çıkışı olmadığını kontrol edin.
- Mic gain kontrolünü yavaşça saat yönünde çevirin ve güç çıkışındaki artışı not edin. 0 ile yaklaşık 5 W çıkış arasında gidebilmelisiniz.

## Tipik Devre Gerilimleri (Şemadan takip edilecek)

Konum	DC Alış	DC Veriş
U1 pin 8	0 V	13 V
U1 pin 1	0 V	12,8 V — Not 4
U6 pin 8	0 V	6,8 V — Not 1
U5 pin 8	6,8 V — Not 1	0 V
U2 pin 8	6,8 V — Not 1	0 V
U3 pin 8	10,8 V	0 V
U3 pin 1	5,25 V	0 V
U3 pin 7	5,25 V	0 V
U4 pin 1	8 V	8 V
U4 pin 5	3,9 V	3,9 V
U4 pin 4	1,1 V — Not 7	0 V
Q1 kolektör	Not 1	8,9 V
Q1 emiter	Not 2 — 3,9 V	3,7 V
Q2 emiter	0 V	5,3 V — Not 3
Q3 kolektör	0 V	5,4 V
Q3 emiter	0 V	0,35 V
Q4 kolektör	0 V	5,2 V
Q4 emiter	0 V	0,17 V
Q8 emiter	0 V	4,9 V
Q10 emiter	0 V	1,5 V
Q11 emiter	0 V	0,9 V
Q12 kapı (gate)	0 V	4 V — Not 5
Q13 emiter	0 V	7,5 V — Not 6

### Notlar:

19. Zener toleransı  $\pm 5\%$ .
20. DC ölçümü RF'ten etkilenir. Kristal olmadan yaklaşık 5 V.
21. DC ölçümü RF'ten etkilenir. Kristal olmadan yaklaşık 7 V.
22. Ton anahtarı kapalıyken 0 V.
23. RF sürüşü yok.
24. 5 W çıkış.
25. Alış sinyali yok.

## 4.6 Ses AGC Ayarı

Ses AGC'si kolayca kurulur ve aşağıdaki prosedür birçok saatlik canlı (on-air) dinleme sonrasında iyileştirilmiştir.

- AF gain kontrolünü yaklaşık yarıya ayarlayın.
- Anten konnektörüne bir S9 RF sinyali enjekte edin.
- Ses seviyesinde bir düşüşü tam fark edebildiğiniz noktaya kadar AGC trimpotu (VR2) yavaşça saat yönünde çevirin. Bu, AGC'nin çalışmaya başladığı noktayı ayarlar.
- RF sinyal seviyesini artırın ve ses seviyesindeki artış hızının RF giriş seviyesi değişiminden çok daha az olduğunu kontrol edin.

⚠ AF gain kontrolü ses AGC devresinden önce yer alır; bu nedenle S9'un üzerindeki sinyaller için AF kontrolünü ayarlamak beklenen sonucu vermeyebilir. Bunun nedeni, AGC devresinin sesi ayarlayıp sabit tutmaya çalışmasıdır. S9'un altındaki sinyaller için AF gain kontrolü beklenen şekilde çalışır.

⚠ Ses AGC'si gerekmiyorsa VR2'yi tamamen saat yönünün tersine çevirmeniz yeterlidir.

#### 4.7 Taşıyıcı Frekansı Ayarı (BFO)

Düzgün SSB çalışması için taşıyıcı frekansını kristal filtrenin frekans tepkisiyle hizalamak önemlidir.

Şekil 14'te pratikte karşılaşılabilecek üç olası durum gösterilmiştir. Dengeli modülatör tarafından üretilen DSB sinyali hem LSB hem de USB yan bantlarını içerir. Bunlar taşıyıcıdan eşit biçimde dışa doğru uzanır. Taşıyıcı osilatörü kesik çizgi olarak gösterilmiştir; ancak modülatörde bastırılmıştır. Kristal filtre frekans tepkisi de gösterilmiştir.

⚠ Gösterilen örnekler veri içindir; ancak aynı kavram alış için de geçerlidir.

LSB çalışması için önerilen taşıyıcı frekansı 9,999 MHz'dir ve bu, onu kristal filtre frekans tepkisinin üst eteğine yerleştirir. Bu, Şekil 14'teki üst diyagramda gösterilmiştir.

Bireysel kristal filtrelerdeki küçük değişimler nedeniyle, taşıyıcı frekansının filtreye uyması için biraz değiştirilmesi gerekebilir. Şekil 14'teki orta ve alt diyagramlar, taşıyıcı frekansı ile kristal filtre tepkisinin hizalanmadığı iki senaryoyu gösterir.

Bunu düzeltmenin birkaç yolu vardır; ancak enstrüman olmadan en kolayı, bilinen kalitede güçlü bir istasyonu dinlerken trimer kapasitör TC1'i nazikçe ayarlamaktır. Alınan ses doğal duyulana ve yüksek ile düşük ses frekanslarının dengesi doğru görünene kadar ayarlayın.

⚠ Ayarlamalar yaparken alınan sinyali yeniden akort etmek için VFO frekansını ayarlamanız gerekeceğini unutmayın, çünkü alınan sinyal taşıyıcı frekansındaki değişim kadar frekanstan kaymış olacaktır.

Alternatif olarak, bir dummy load'a verirken ve kendinizi yakındaki bir alıcıda izlerken taşıyıcı frekansını ayarlayabilirsiniz. Konuşurken, 'normal' duyulana kadar TC1'i ayarlayın. Karşı yan banttaki azalmayı duymak için alıcıda yan bantlar arasında geçiş de yapabilirsiniz.

⚠ Taşıyıcı frekansını değiştirir ve eşlik eden DDS VFO'yu kullanıyorsanız, göstergenin doğru okuması için IF frekansı yapılandırma ögesini ölçüp yeniden programlamanız gerekir. Ayrıntılar için DDS VFO yapım kılavuzuna bakınız.

## 5. Çalıştırma

MST2'yi çalıştırmak çok kolaydır; gezilecek karmaşık kontroller ve yazılım menüleri yoktur. Yalnızca bir güç kaynağı, mikrofon ve anten bağlayıp konuşma meselesidir. DDS VFO'nun çalıştırılması DDS VFO yapım kılavuzunda, LED S-metre ise LED S-metre yapım kılavuzunda ele alınmıştır.

RX modunda, VFO dışında ayarlanacak tek şey AF gain kontrolüdür. MST2, yaklaşık S9 seviyesinin üzerindeki giriş sinyalleri için hoparlöre giden ses seviyesinin sınırlandırıldığı bir tür otomatik kazanç kontrolü (AGC) içerir. Bu, AF gain kontrolünden sonra yer alan ses gücü yükseltecinde gerçekleştirilir. Büyük sinyaller için AF gain kontrolünü ileri almak normal şekilde işlev görmüyormuş gibi görünür, çünkü AGC devresi hoparlör seviyesini sabit tutmaya çalışır. S9'dan küçük sinyaller için AF gain kontrolü, AGC devresi etkinleşmediği için normal şekilde çalışır.

Veriş için mikrofonunuzdaki PTT düğmesine basın ve konuşun. LED S-metredeki LED'ler yanarak güç çıkışı hakkında bir gösterge verir.

LED S-metre takılı değilse, ön panel RF LED göstergesi ses tepelerinde yanar. Ayrıca güç çıkışına kaba bir kılavuz olarak da kullanılabilir, çünkü LED üzerinden geçen akım ve dolayısıyla parlaklığı, tepe RF çıkışına bağlıdır. Konuşurken LED sabit bir seviyede yanıyorsa, bu vericiyi çok fazla sürdürdüğünüzü ve RF sinyalinde kırılma (clipping) oluşturduğunuzu gösterir.

**⚠ Aşırı sürme (overdriving) distorsiyon ve aşırı harmonik üretimi yaratır ve bundan kaçınılmalıdır.**

Sinyalinizi kontrol etmek için ya MST2'yi bir dummy load'a bağlayıp kendinizi yakındaki bir alıcıda kulaklıkla izleyin ya da yakınınızda yaşayan bir arkadaşınızın sinyalinizi dinlemesini sağlayın. Amaç, alıcı yayınızdaki distorsiyon ve istenmeyen ürünleri tararken Mic gain'i kademeli olarak artırmaktır. Mic gain kontrolünü, bunların fark edilir hale geldiği noktanın hemen altına ayarlayın.

Tebrikler, yeni SSB QRP alıcı-vericiniz havaya çıkmaya hazır. 73 İyi eğlenceler! TA2FK