

18-te Bydgoskie Spotkania Mikrofalowe
13-15.04.2018 Fojutowo

**Optymalizacja syntezer z generatorem YIG
firmy Stellex do zastosowania jako
heterodyna transwertera na pasmo 10 GHz.
Co warto a czego nie warto zmieniać?**

**Paweł Sujkowski
SQ1GQC**

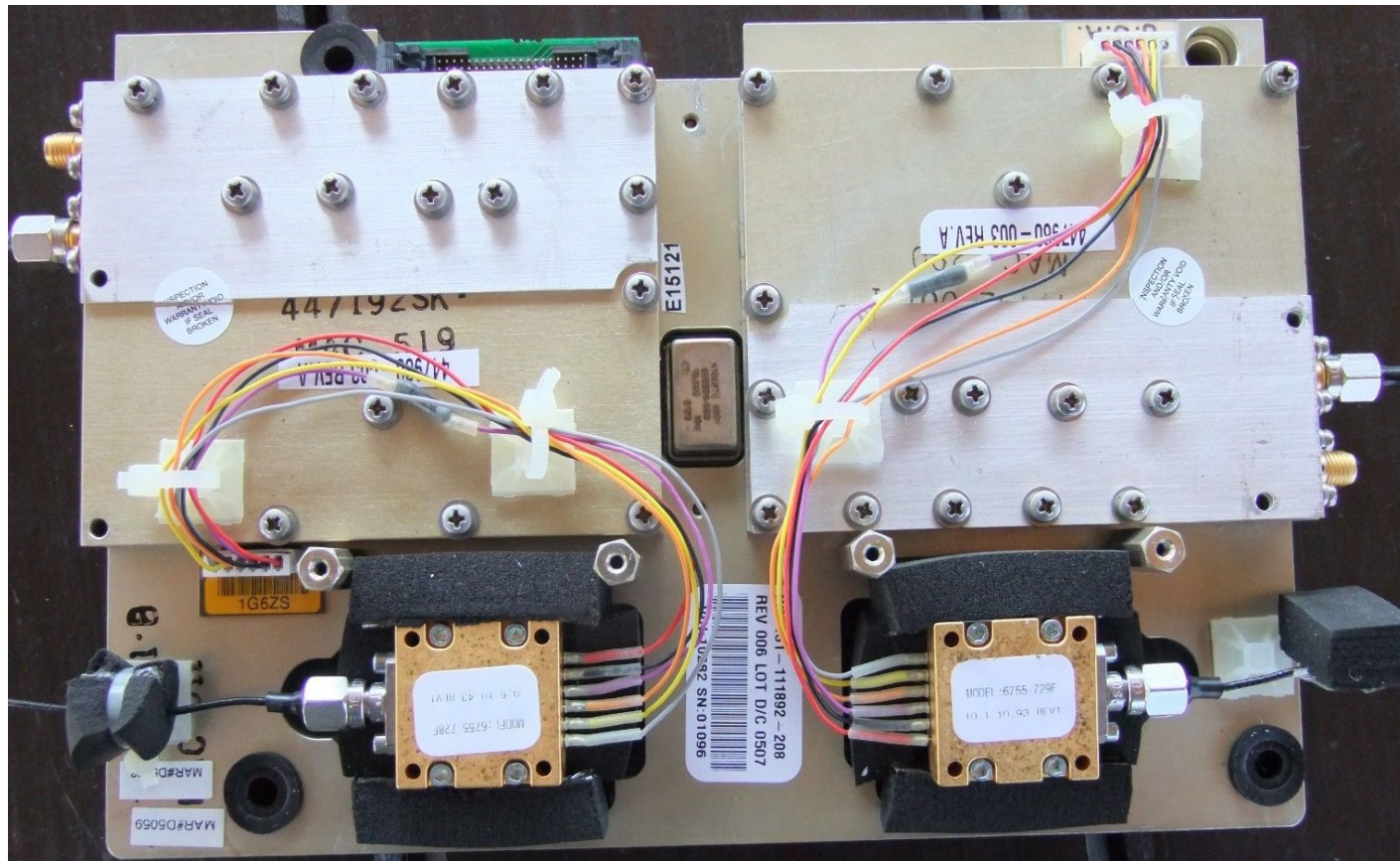
Plan prezentacji

- Dlaczego Stellex?
- Jak zbudowany jest ten syntezer?
- Co mogę poprawić?
- Uzyskane efekty, pomiary

Dlaczego Stellex?

- Podstawowym powodem było to, że posiadałem kilka syntezerów. Dlaczego by nie wykorzystać?
- Dostępne dokumentacja. KE5FX zajmował się już dość dawno tą tematyką.
- Elementy zastosowane w konstrukcji syntezerów są dość „dojrzałe” i małej skali integracji – technologia sprzed ładnych kilku lat. Wszystko w środku jest czytelne.
- Potrzebna mi jest heterodyna do TRV na 10 GHz na modułach Nera

Jak zbudowany jest ten syntezer

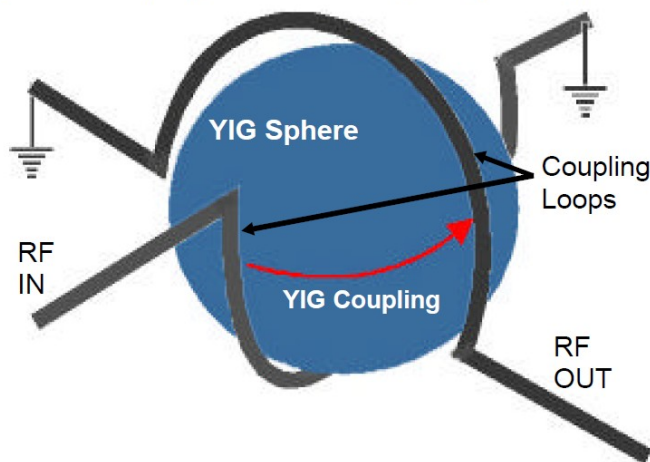


Jak zbudowany jest ten syntezer

- Na jednej płycie montażowej zainstalowane są dwa oscylatory YIG, oraz dwa kompletne PLL
- Dodatkowo pętle PLL połączone są z płytką sterownika, który jednak w naszych zastosowaniach jest nieprzydatny (no poza rzucającymi się w oczy pięknymi dławikami...)
- Sam oscylator, oparty jest na zasadzie rezonansu małego, sferycznego kryształu YIG (Yttrium Iron Garnet – materiał analogiczny do ferrytu) w stałym polu magnetycznym o zmiennej wartości.

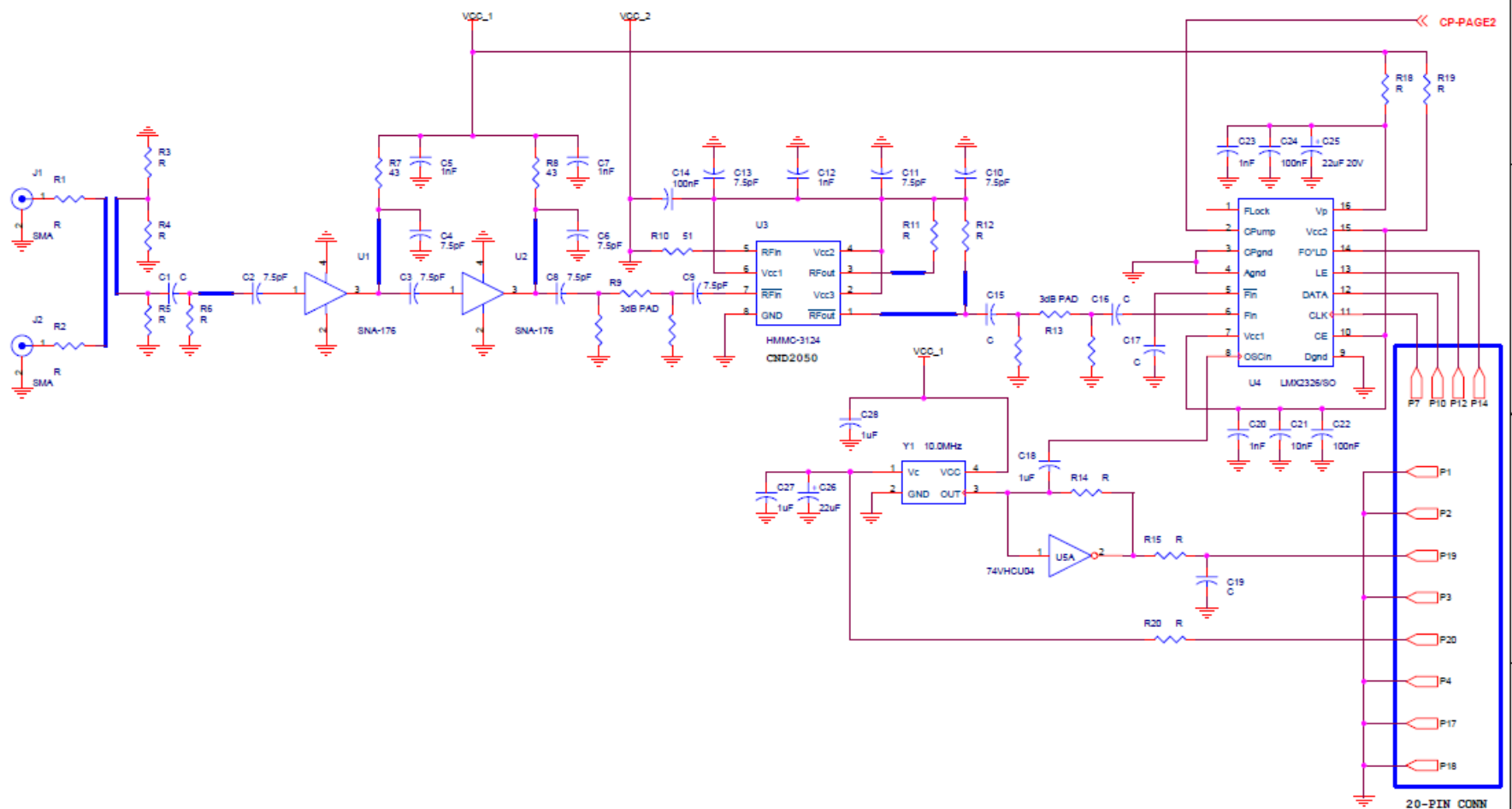
Jak zbudowany jest ten syntezer

- Kryształ YIG charakteryzuje się bardzo wysoką dobrocią oraz liniową charakterystyką zmiany częstotliwości rezonansowej w zależności od wartości pola magnetycznego.

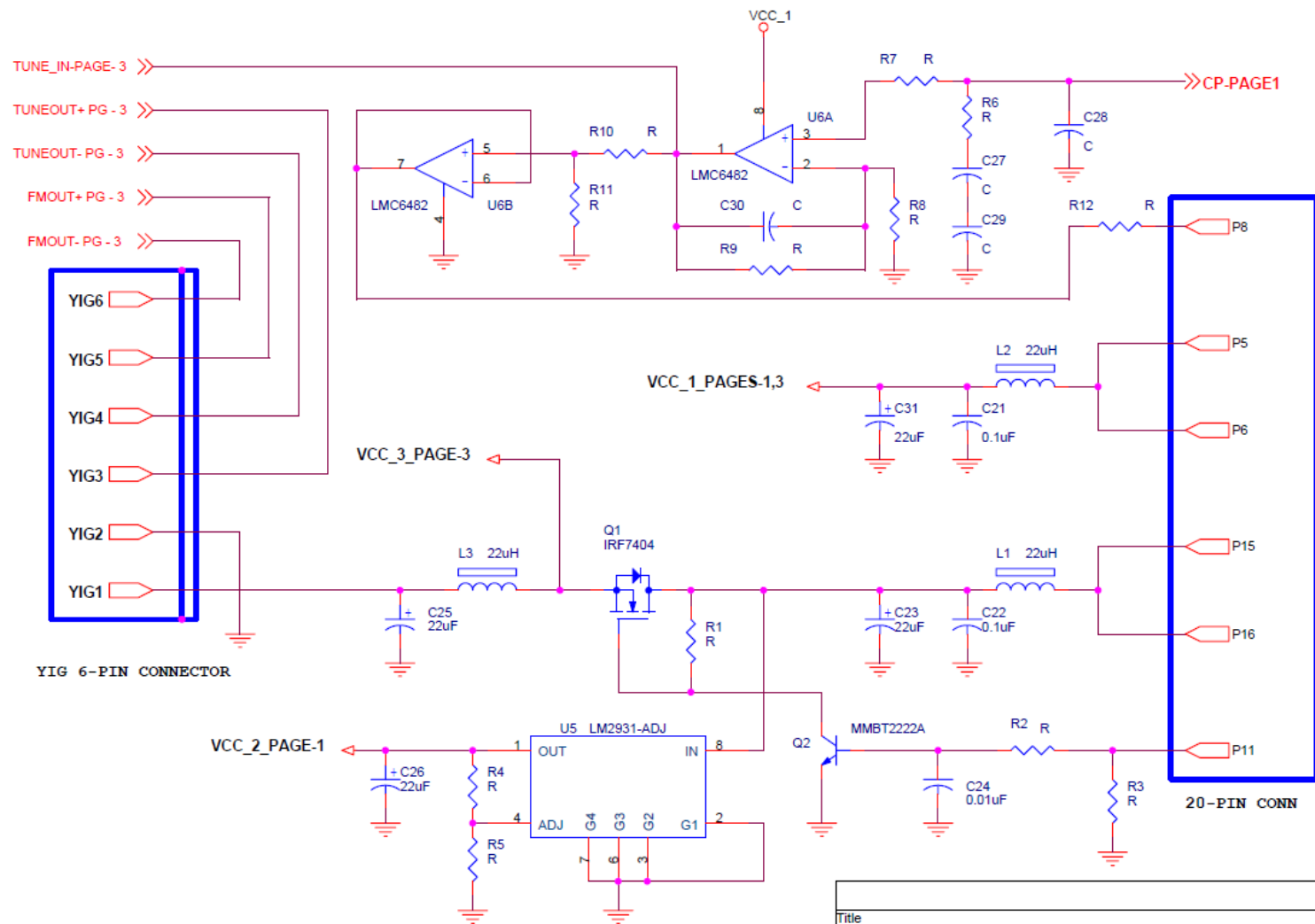


Jak zbudowany jest ten syntezer

- Zastosowany w tym syntezerze MiniYIG ma jeszcze jedną dodatkową cechę. Część pola magnetycznego wytwarzana jest przez magnesy stałe. Zmniejsza to pobór prądu.
- Pętla stabilizacji fazowej zbudowana jest w klasycznym układzie w oparciu o układ LMX2326 poprzedzony preskalerem. Filtr pętli aktywny, wzmacniacz mocy do sterowania cewką na wzmacniaczu operacyjnym mocy typu TCA0372.



Title		
0.5 - 12.0GHz PLL YIG SYNTHESIZER		
Size	Document Number	Rev
B	STELLEX_PAGE1of3	A
Date:	Wednesday, October 26, 2005	Sheet 1 of 1



Title

0.5 - 12.0GHz PLL YIG SYNTHESIZER

Size

Document Number

STELLEX_PAGE2of3

Rev

A

Date:

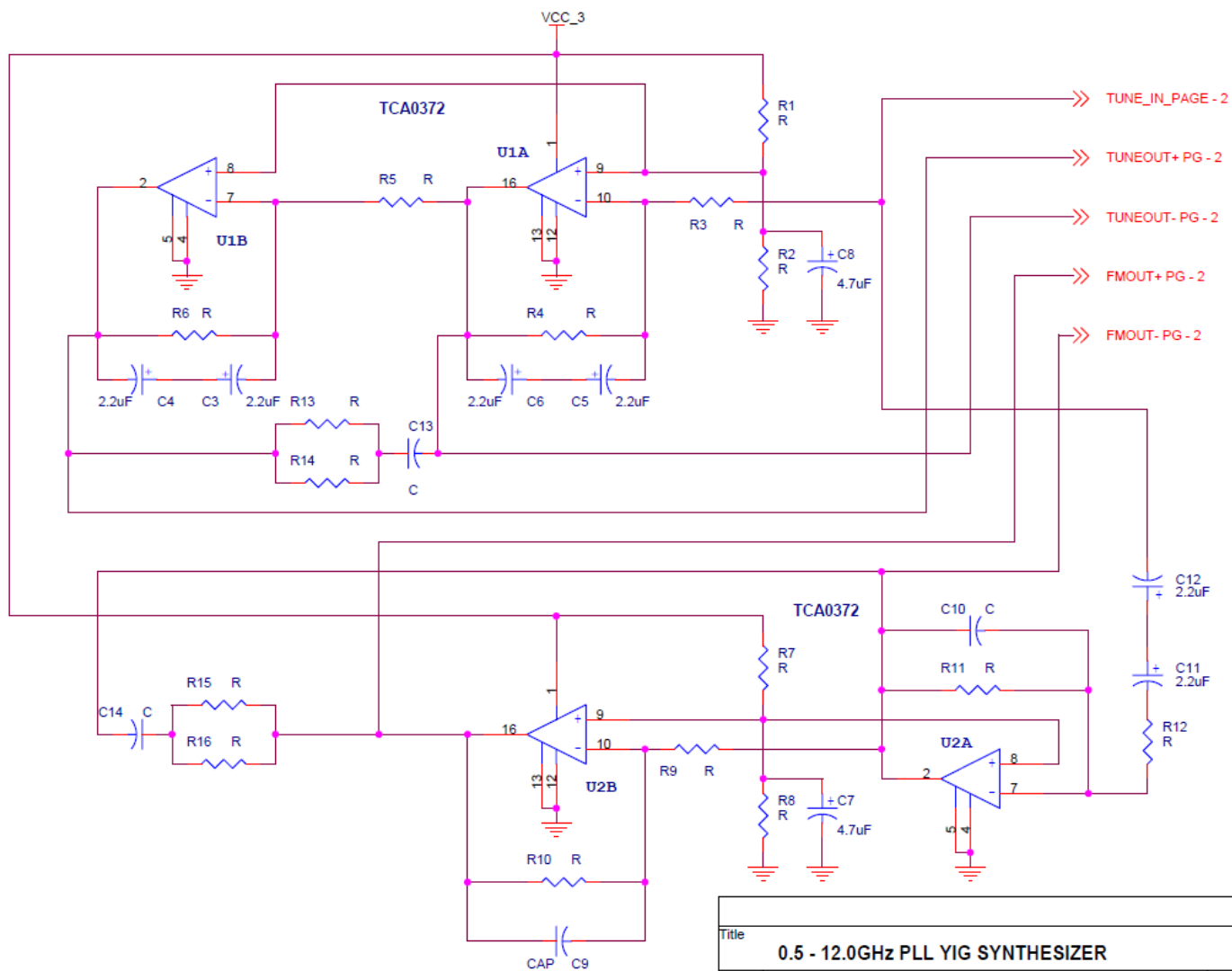
Wednesday, October 26, 2005

Sheet

1

of

1



Title		
0.5 - 12.0GHz PLL YIG SYNTHESIZER		
Size	Document Number	Rev
A	STELLEX_PAGE3of3	A
Date:	Thursday, October 27, 2005	Sheet 1 of 1

Co mogę poprawić?

Zidentyfikowałem następujące możliwości poprawienia charakterystyk syntezy:

- zamiana wewnętrznego TCXO na zewnętrzny OCXO stabilizowany GPS – poprawa dokładności częstotliwości
- Podniesienie mocy wyjściowej z 6-7 dBm do 10-12 dBm – poprzez zmianę sposobu samplowania sygnału oscylatora dla PLL
- Dodanie niskoszumnego zasilania

Co mogę poprawić?

- Dodanie układu programowania wg CT1DMK w oparciu o moduł Arduino Nano
- Może coś jeszcze wyjdzie w trakcie...

Co mogę poprawić?

Zamiana wewnętrznego TCXO na zewnętrzny OCXO stabilizowany GPS

- Modyfikacja ta wymaga zmian na płytce PLL.
- Przyjąłem jako wejście nóżkę 19 złącza PLL.
- W syntezerze nad którym pracowałem oznaczenia elementów różnią się od schematu podanego przez KE5FX

Wejście dla zewnętrznego sygnału
10 MHz

Usunięty rezystor

Usunięty rezystor

Usunięty rezystor

Usunięty rezystor

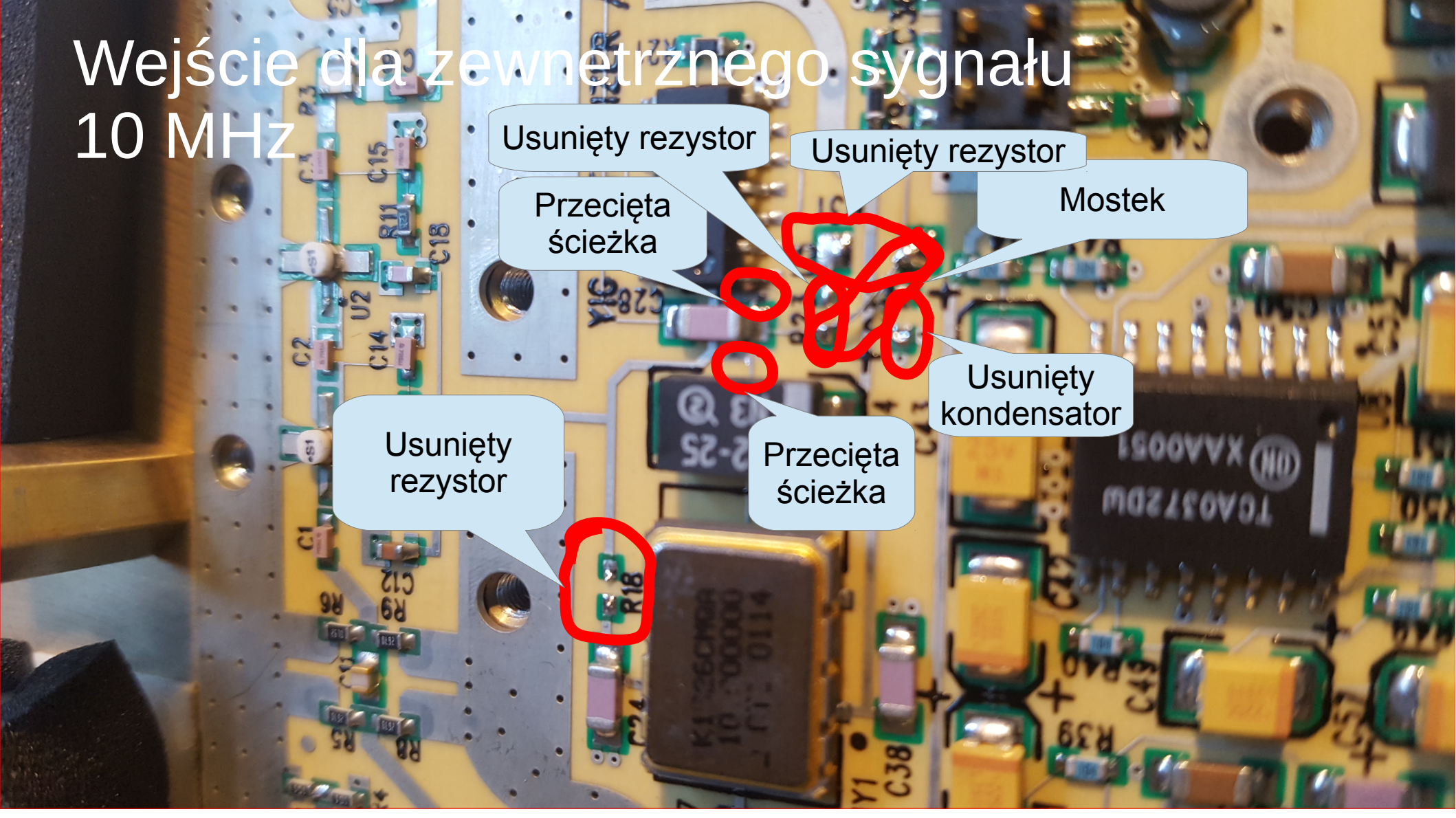
Przecięta ścieżka

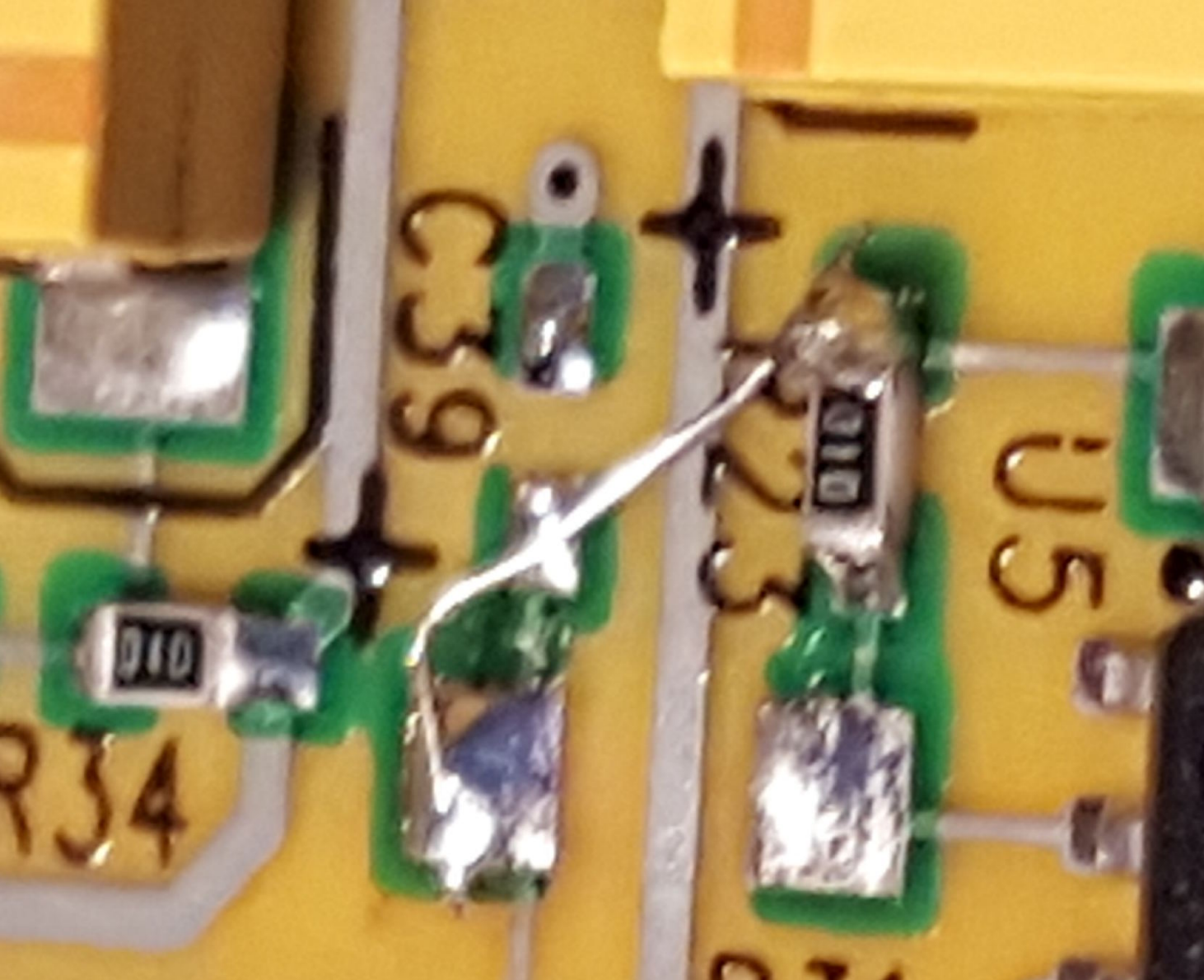
Mostek

Usunięty
kondensator

Usunięty rezystor

Przecięta ścieżka





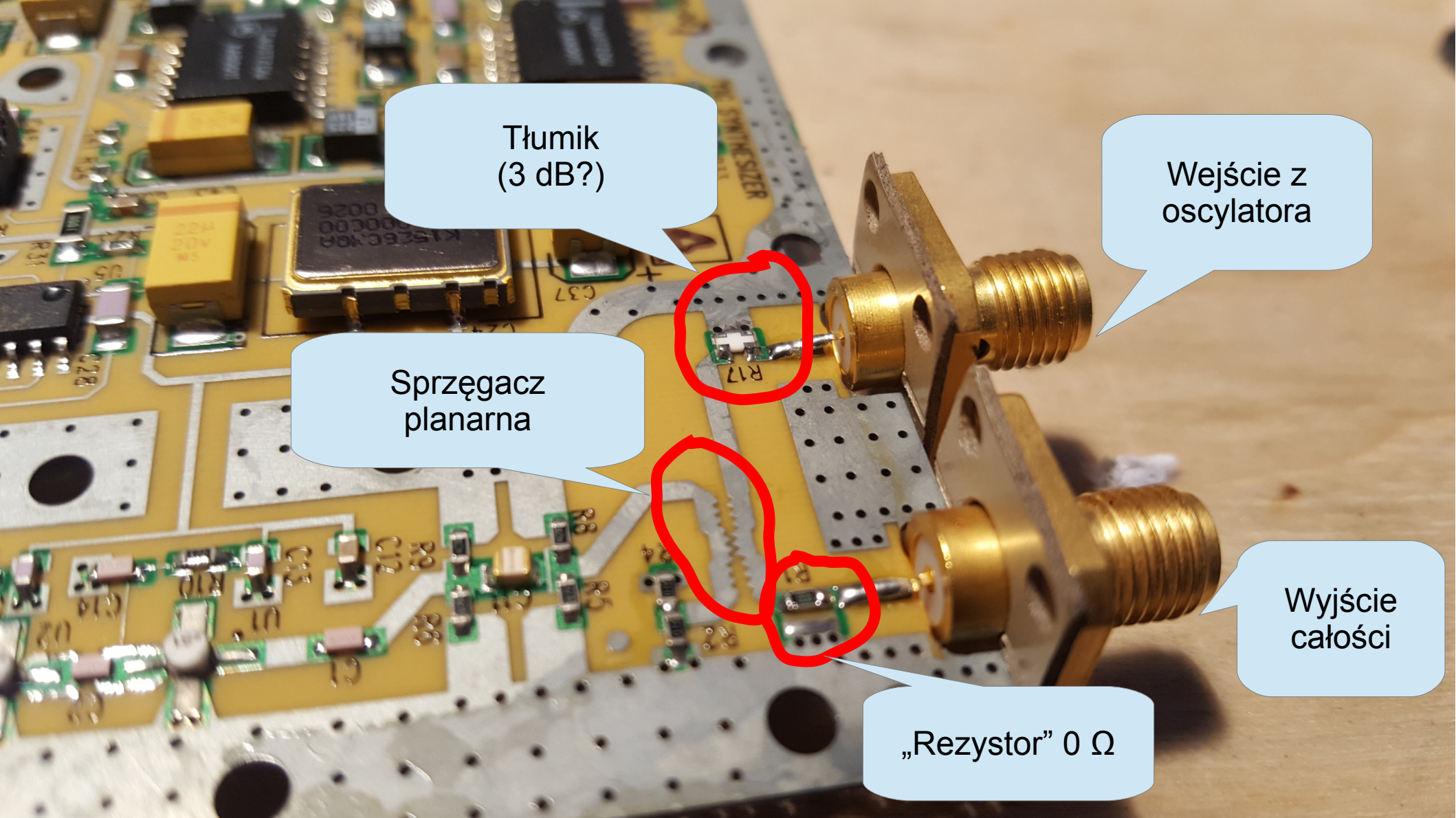
Co mogę poprawić?

Podniesienie mocy wyjściowej z 6-7 dBm do 10-12 dBm – poprzez zmianę sposobu samplowania sygnału oscylatora dla PLL.

- W pierwotnym układzie pobieranie sygnału dla PLL powoduje spore tłumienie sygnału wyjściowego oscylatora.
- 6-7 dBm to za mało zazwyczaj do bezpośredniegoysterowania mieszacza diodowego.
- Zauważył to WA6KBL i zaproponował zmiany.

Co mogę poprawić?

- Zastosowałem jego ideę z moimi modyfikacjami.



Tłumik
(3 dB?)

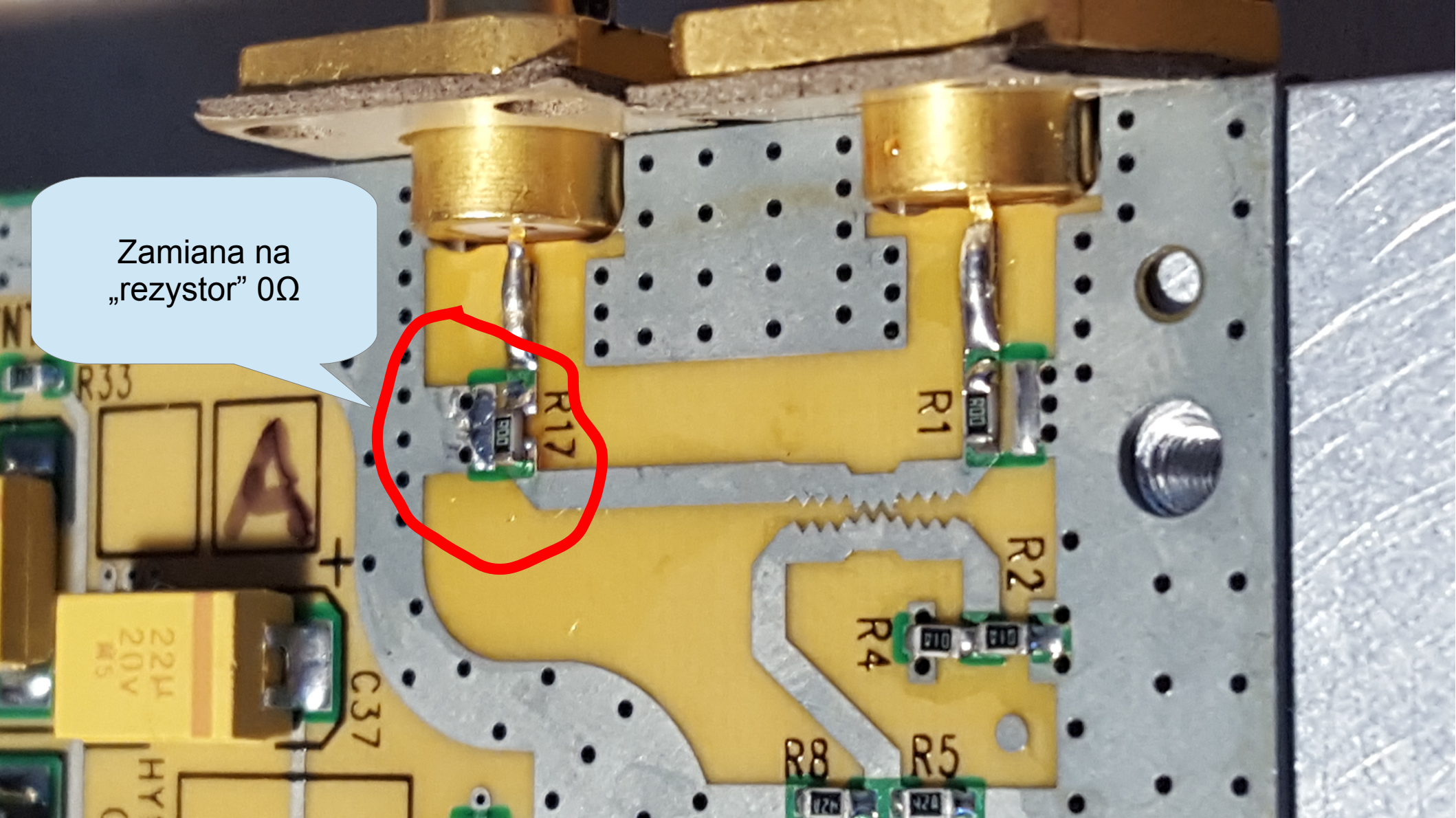
Wejście z
oscylatora

Sprzęgacz
planarna

Wyjście
całości

„Rezystor” 0 Ω

Zamiana na
„rezystor” 0Ω



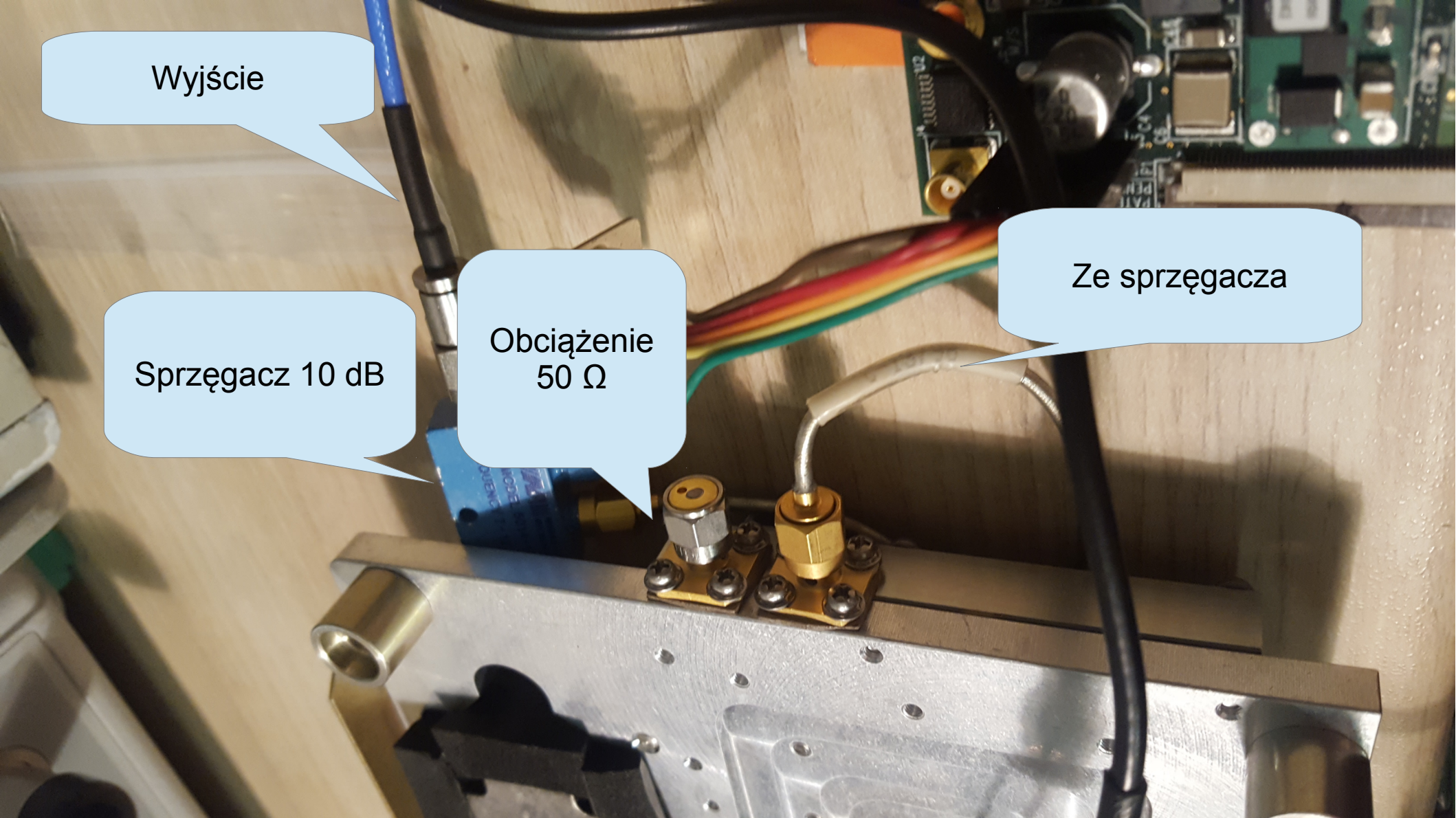


Wyjście

Sprzęgacz 10 dB

Obciążenie
50 Ω

Ze sprzęgacza



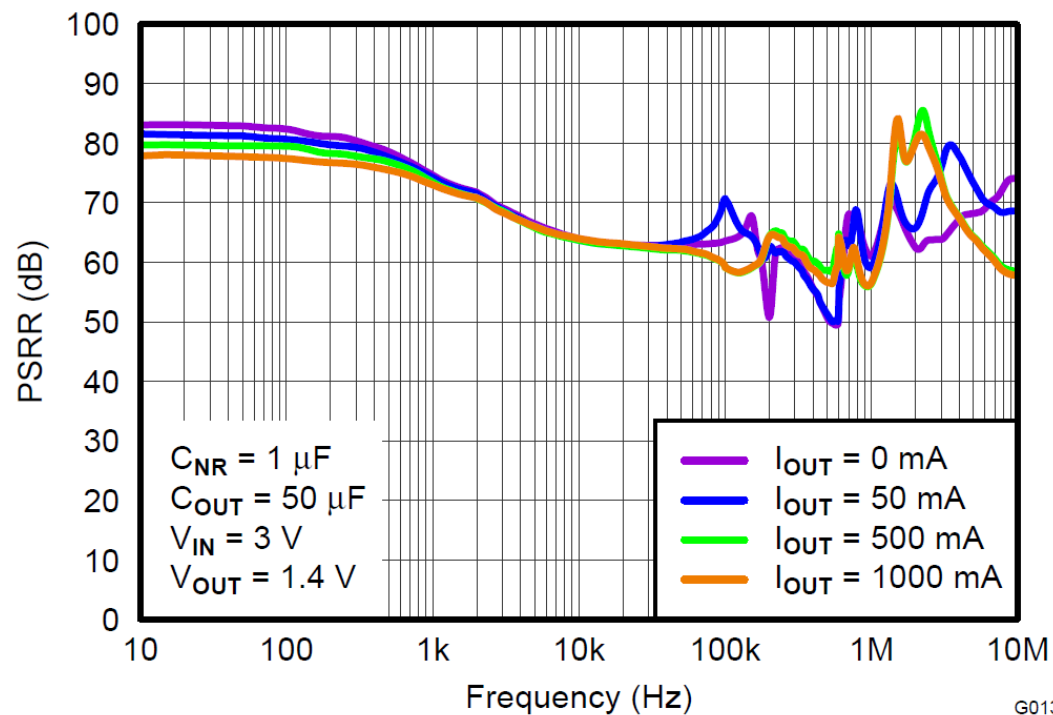
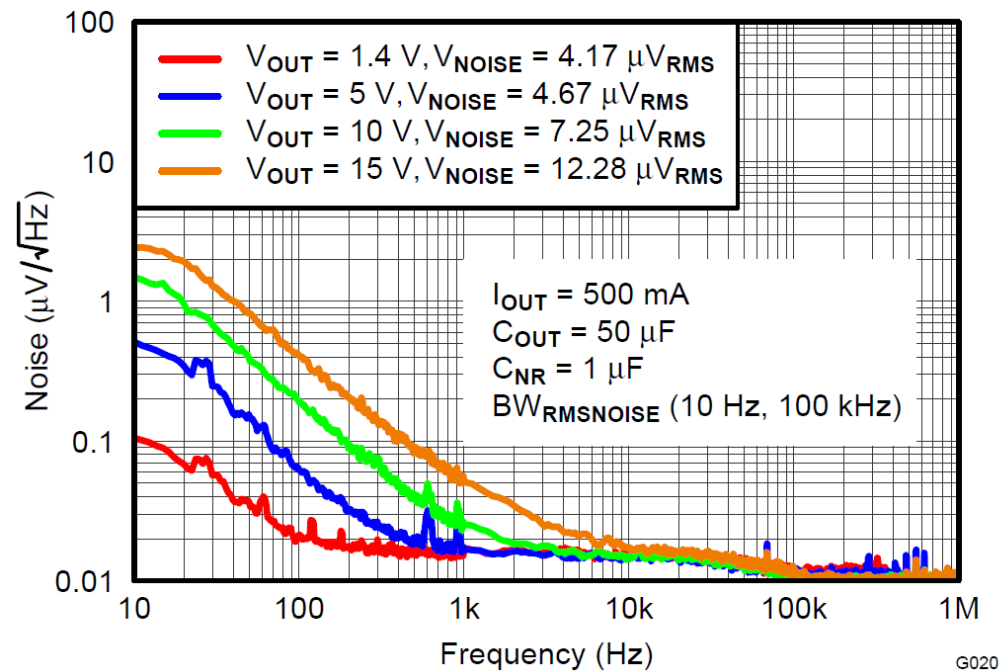
Co mogę poprawić?

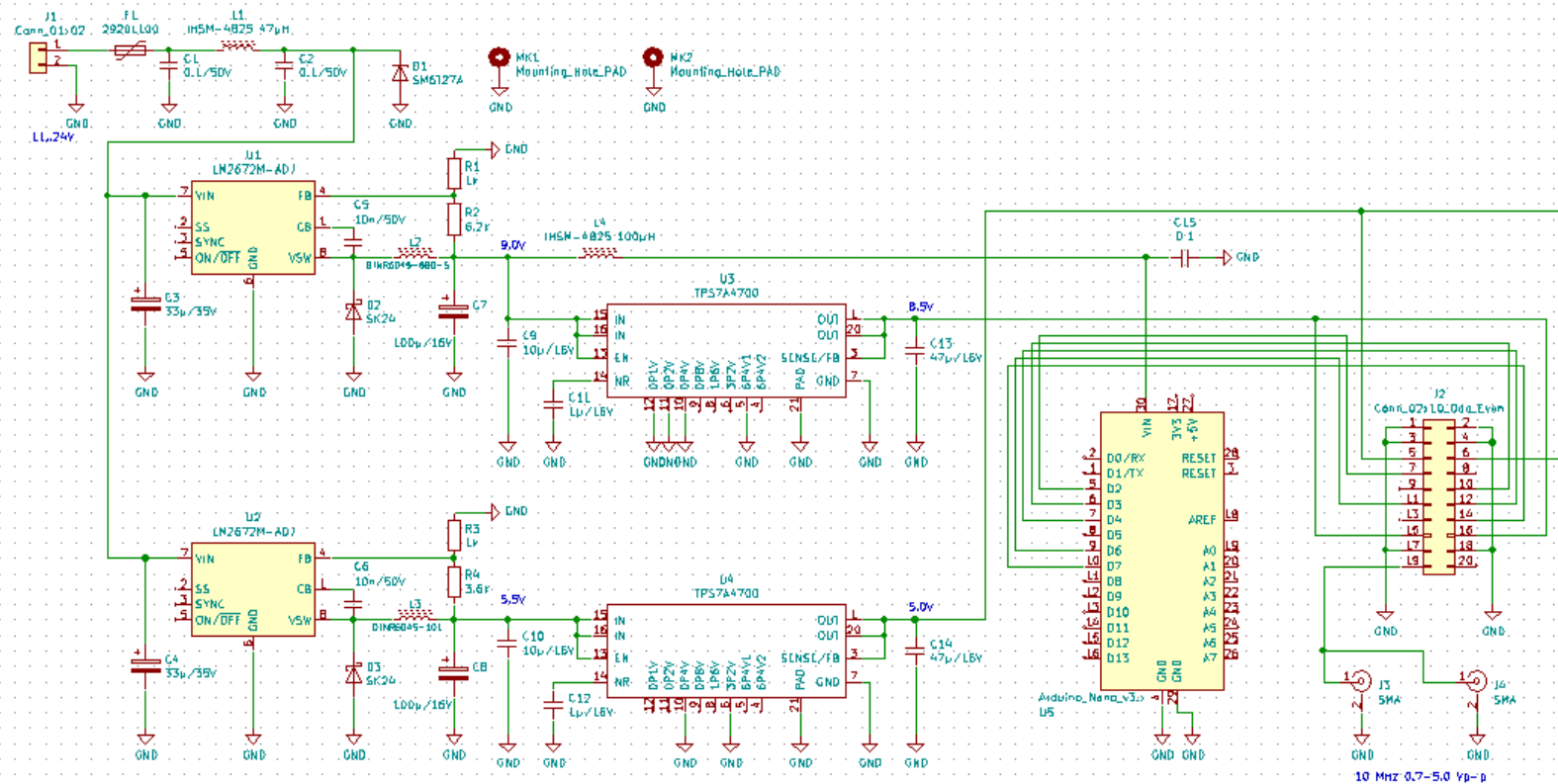
Dodanie niskoszumnego zasilania

- Zaprojektowałem i wykonałem dwukanałowy zasilacz o niskich stratach, szerokim zakresie napięć wejściowych i niskich szumach i prądzie do 1 A.
- Dwa napięcia: +5 V i +8,5 V.
- Jako wstępny stopień zasilacz impulsowy Texas Instruments LM2672. Częstotliwość 260 kHz. Napięcia: +5,5 V i + 8,5V
- Ze względu na napięcia dopuszczalne kondensatorów, przyjąłem zakres napięć zasilających +11..+24 V.

Co mogę poprawić

- Jako ostateczna stabilizacja zastosowałem stabilizatory LDO Texas Instruments TPS7A4700. Szeroki zakres napięć wejściowych - +3..+36 V. Programowane napięcie wyjściowe (zwieranie do masy w kodzie binarnym) +1,4..+20,5 V. Szumy wyjściowe $4 \mu\text{V}_{\text{RMS}}$ (10 Hz..100 kHz). Tłumienie zasilania 82 dB (100 Hz), ≥ 55 dB (10 Hz..10 MHz). Spadek napięcia 307 mV przy 1 A. Obudowa 5x5 mm QFN o rozstawie 0,65 mm.





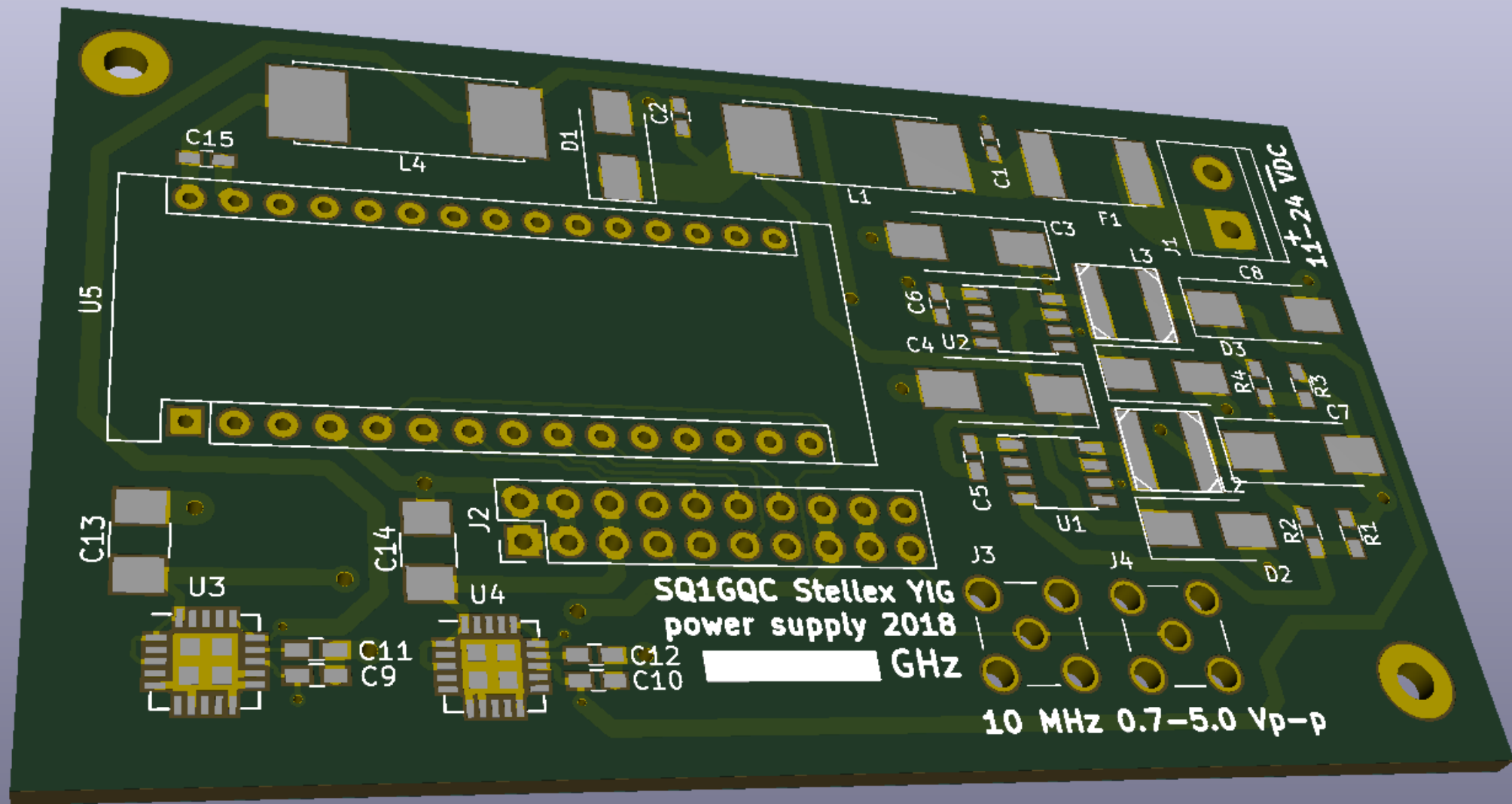
Sheet: /
File: 51telles_SQ1GQC.sch

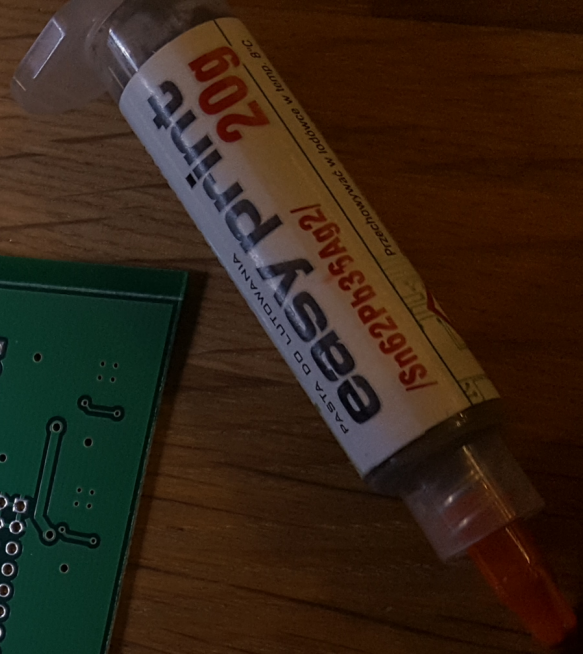
Title:

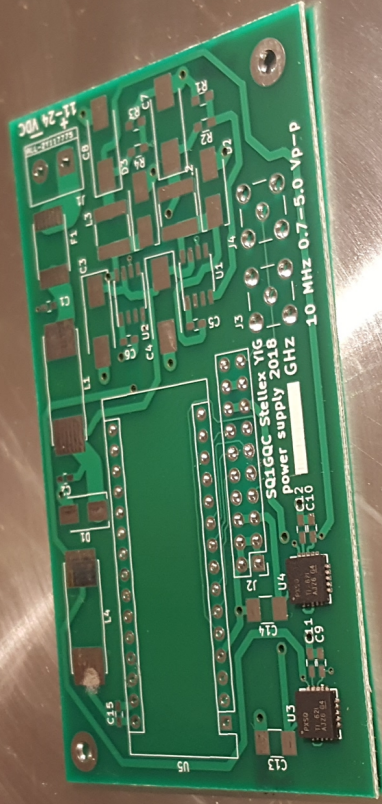
Size: A4 Date: / /
Kicad E.D.A. Kicad (5.0.0-rc2-dev-32L-g78161b592)

Rev:

Id: 1/1







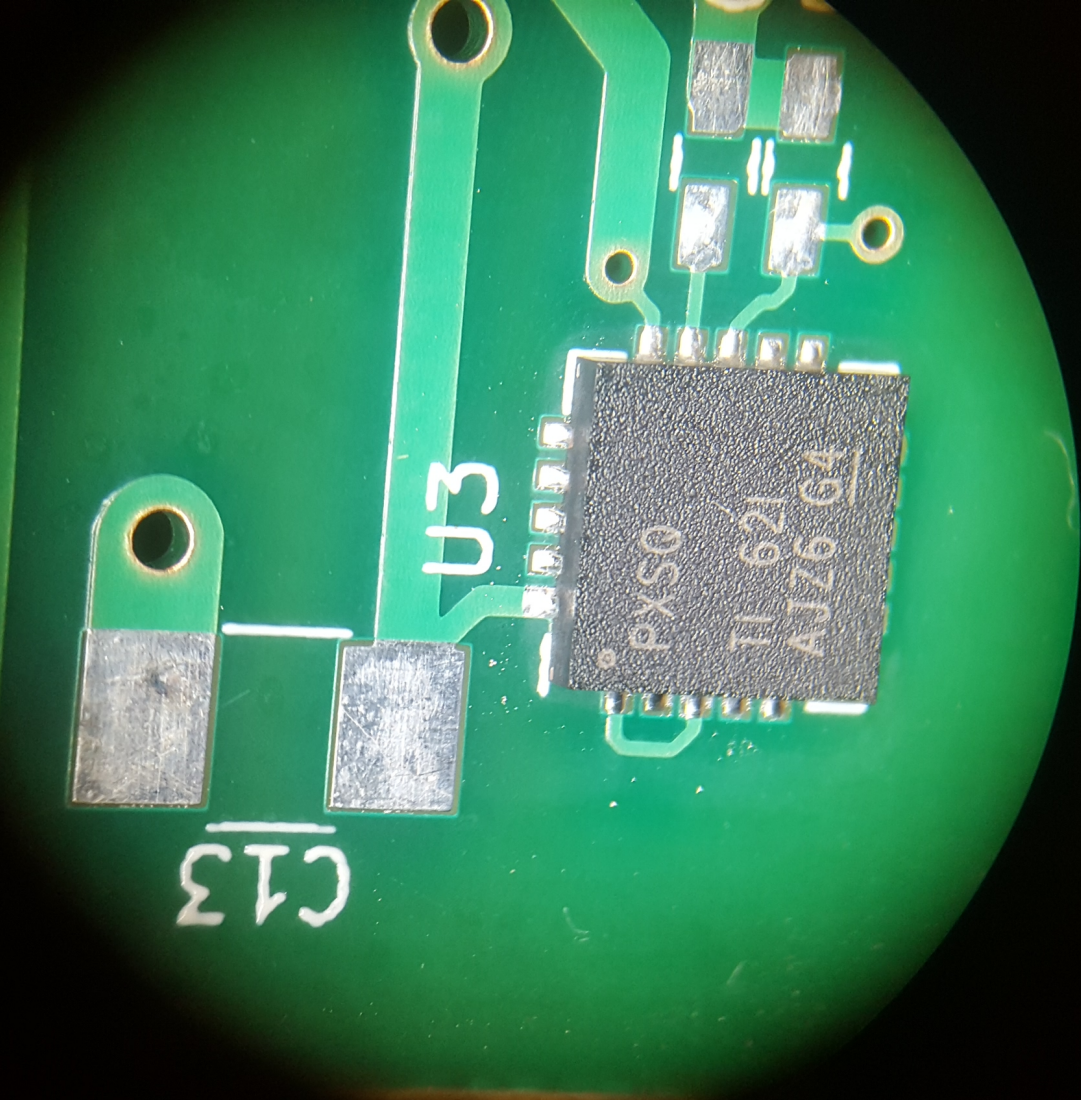
C13

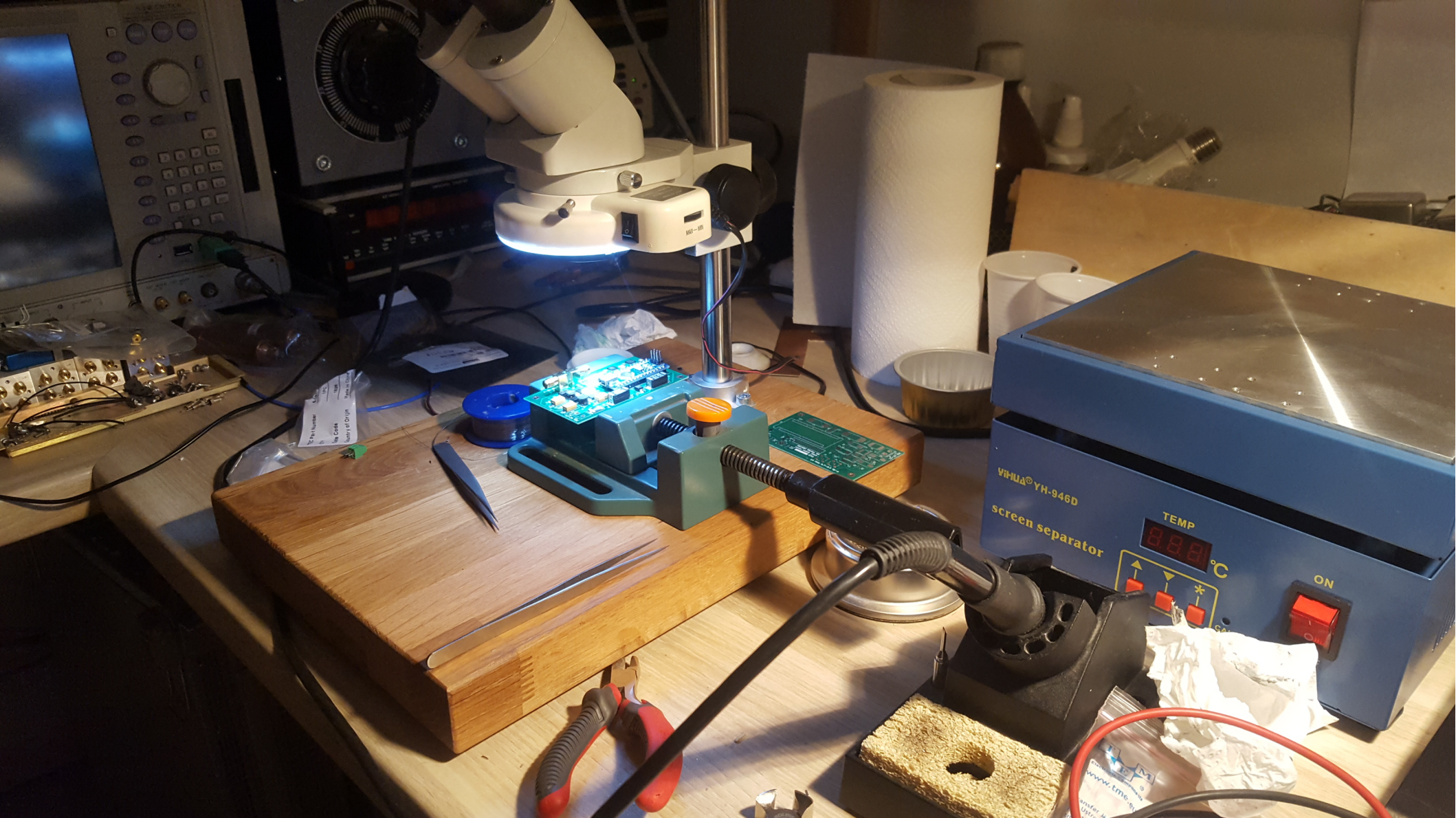
U3

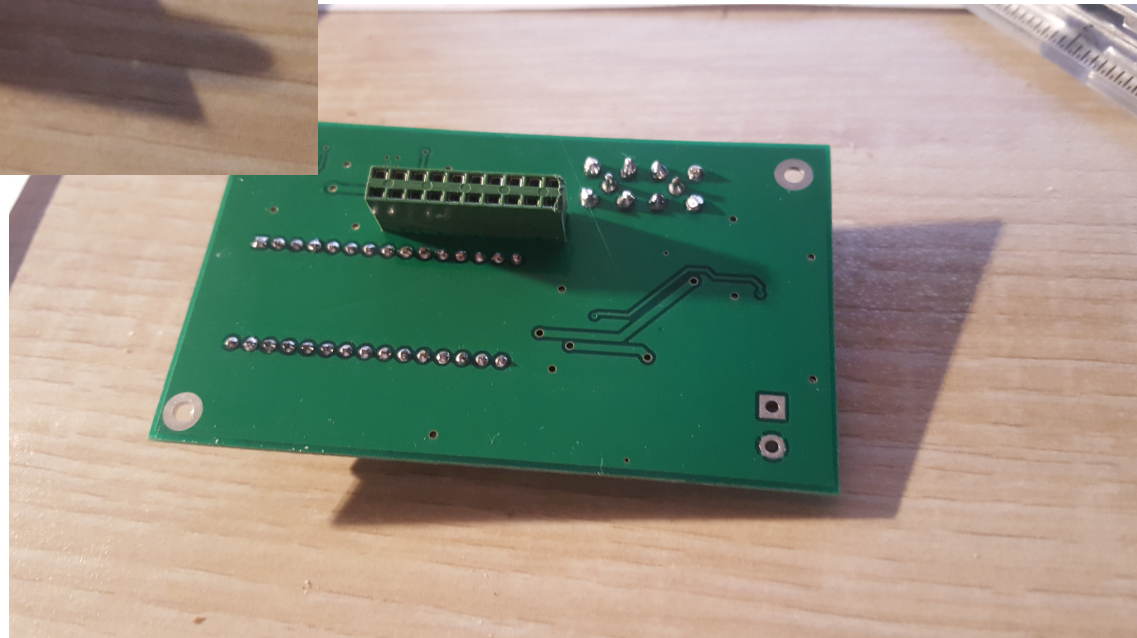
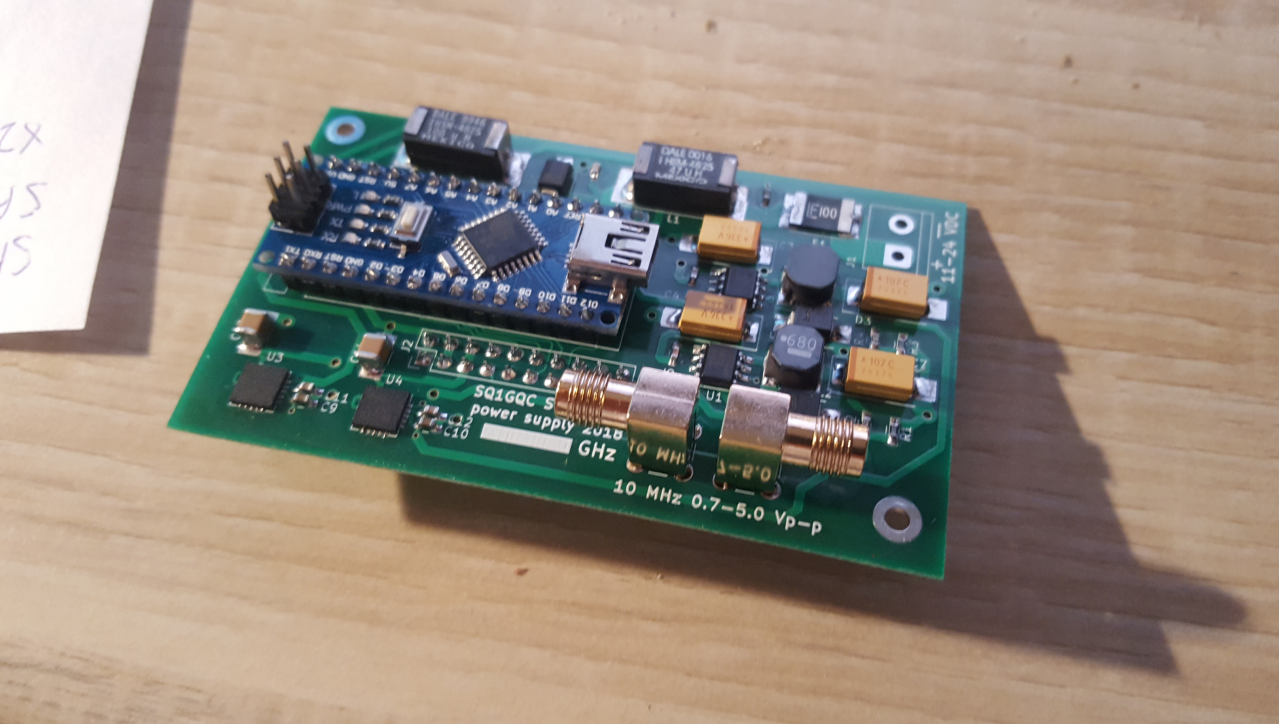
05X91

TI 621

AJ26 Q4

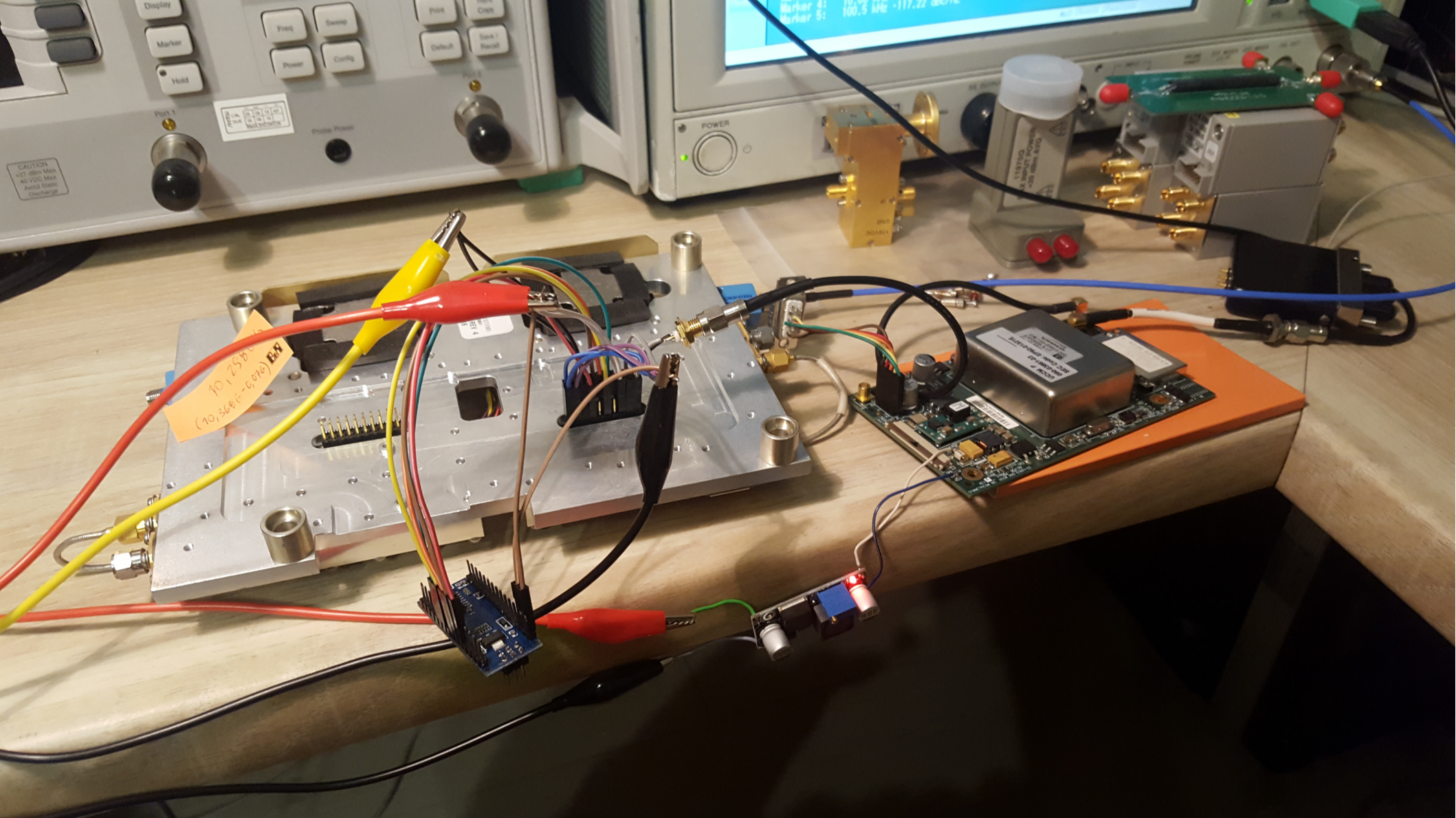






Uzyskane efekty, pomiary

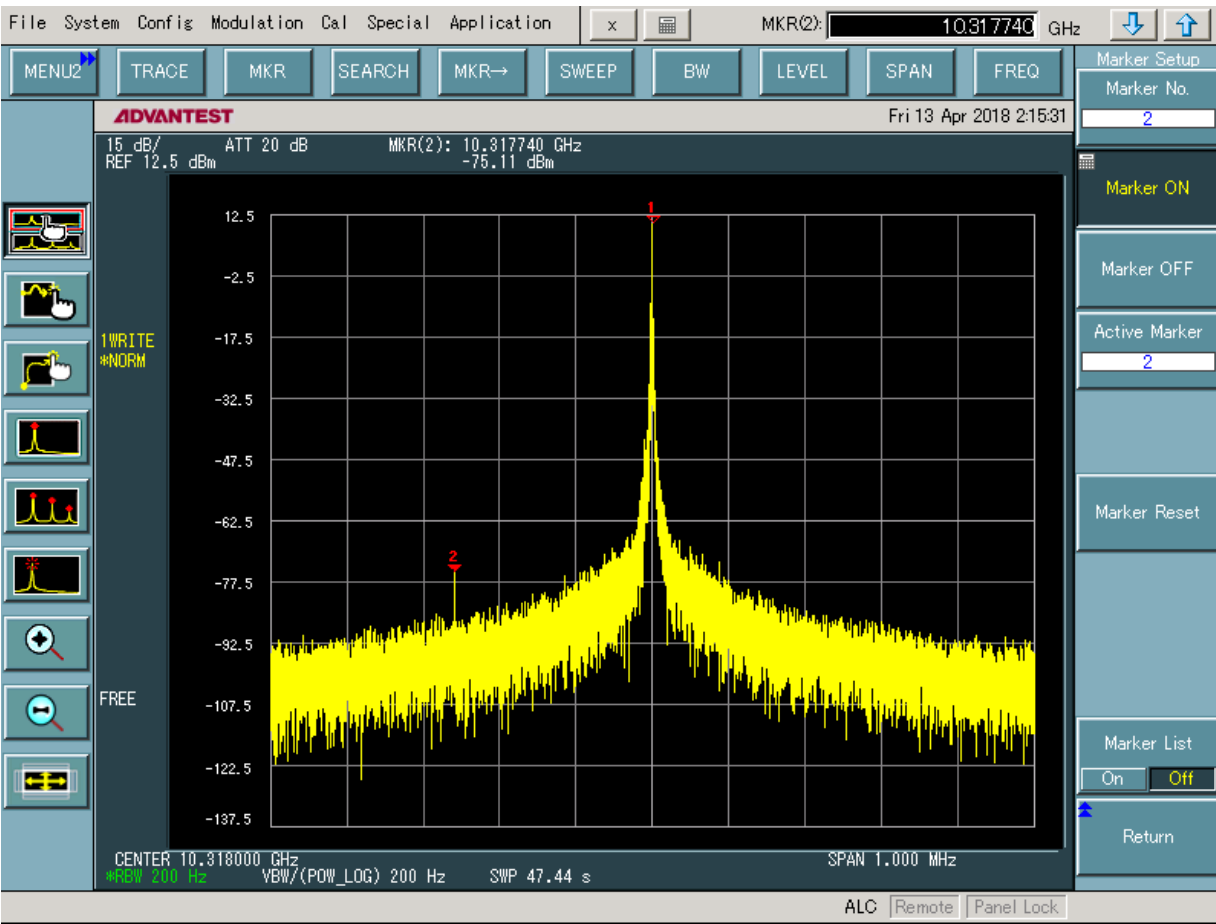
- Pierwsze próby zaprogramowania syntezy zostały przeprowadzone „na drutach”, bez docelowego zasilacza. Zadziałało, ale efekty od strony parametrów nie były zachwycające.



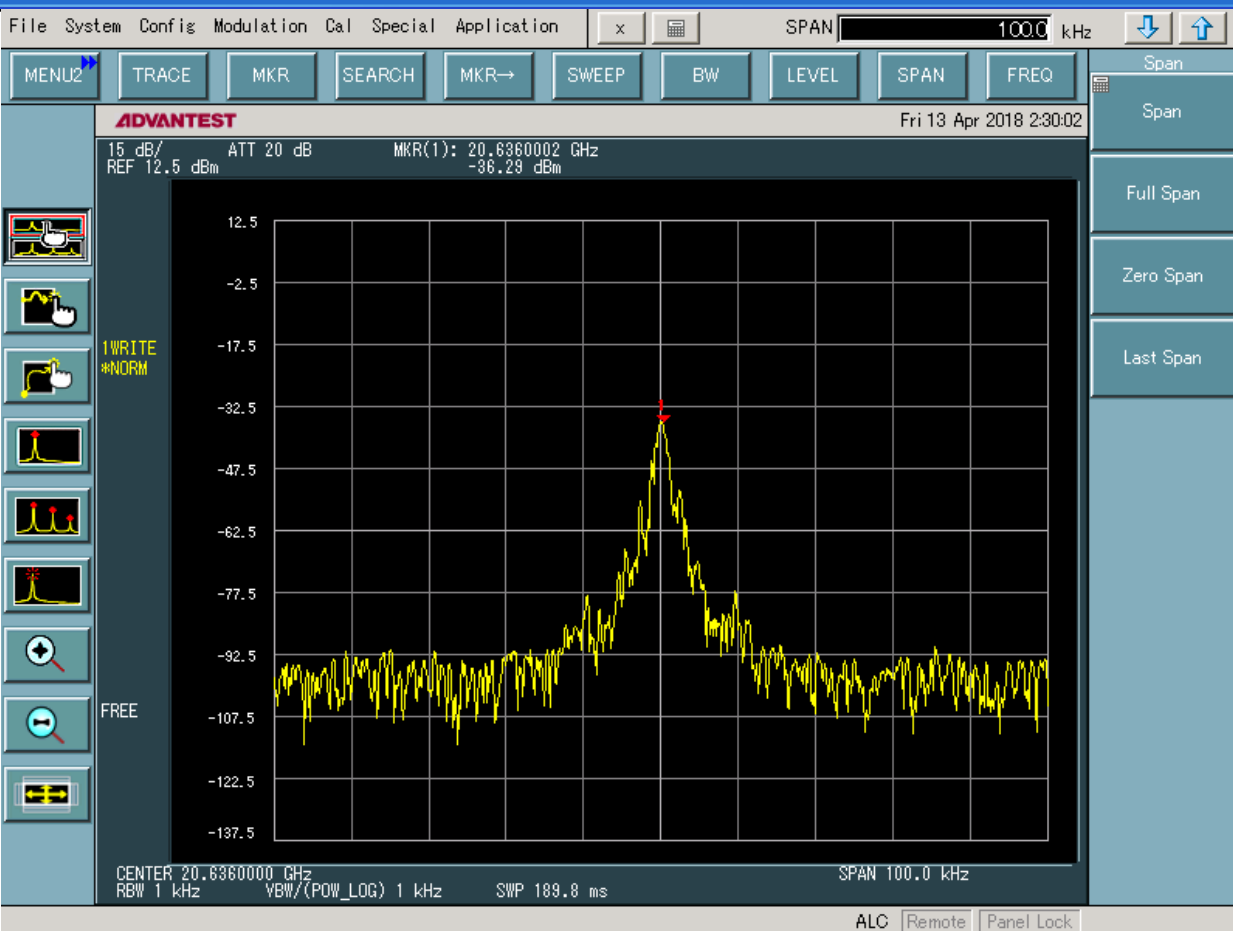
Pomiary ostatecznej wersji

- Dokonałem pomiarów widma, harmoniczných i szumów fazowych.

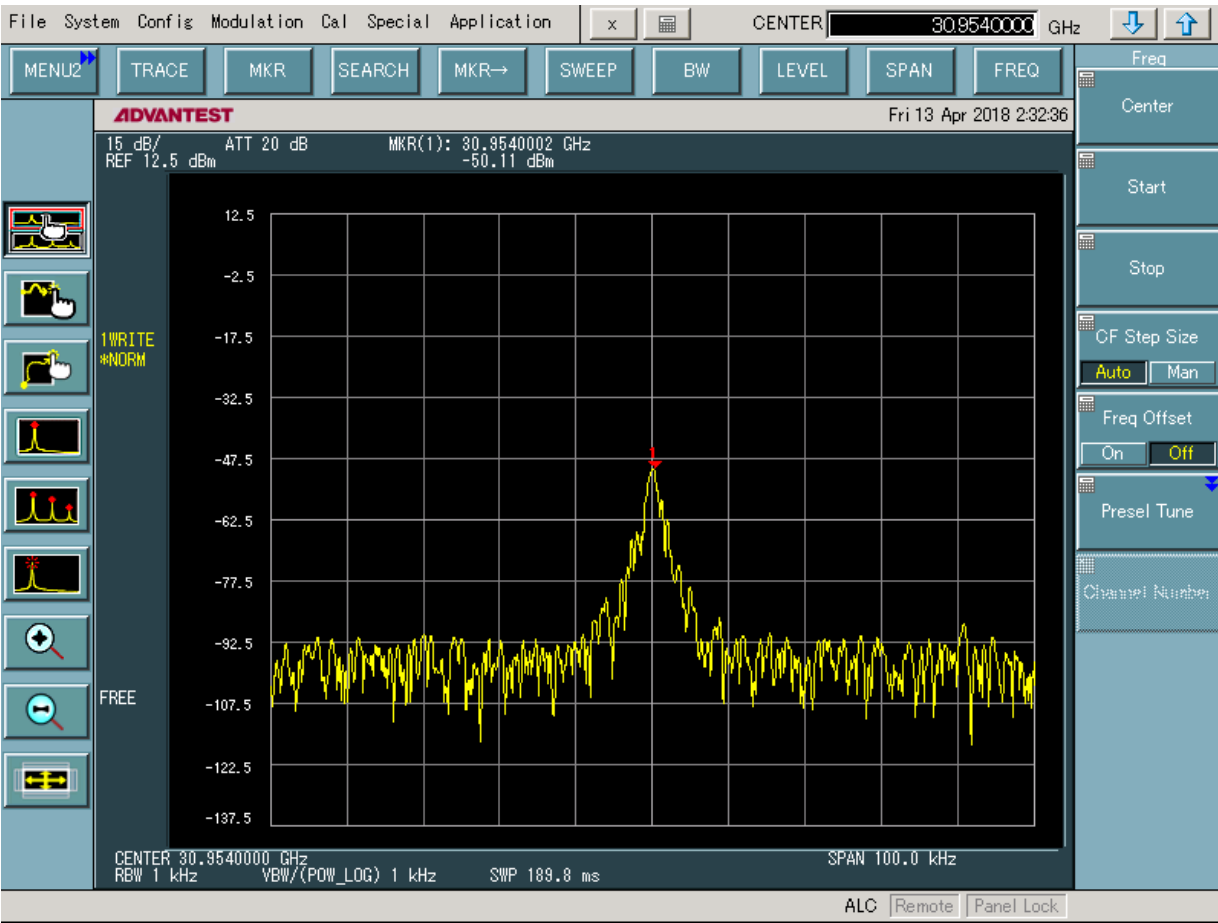
Widmo



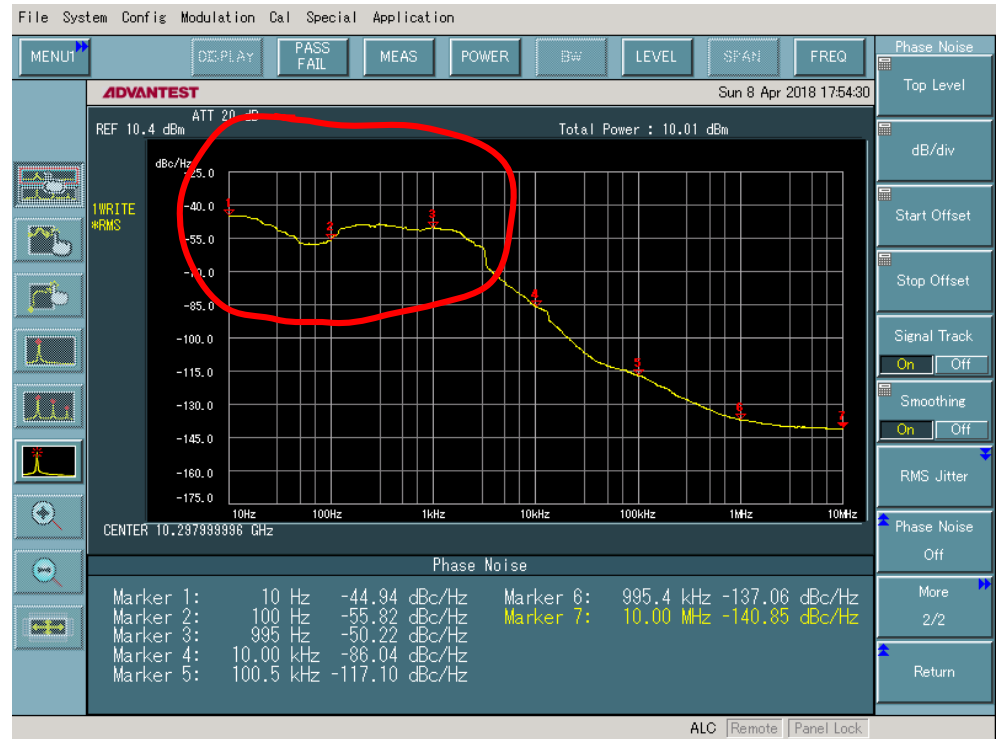
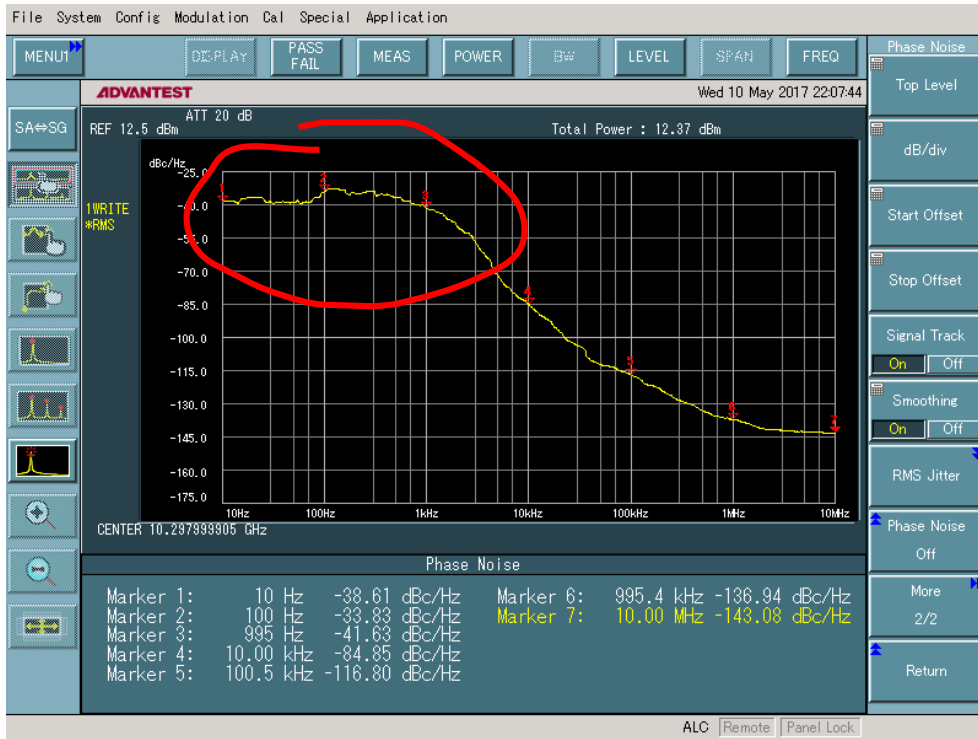
2-ga harmoniczna



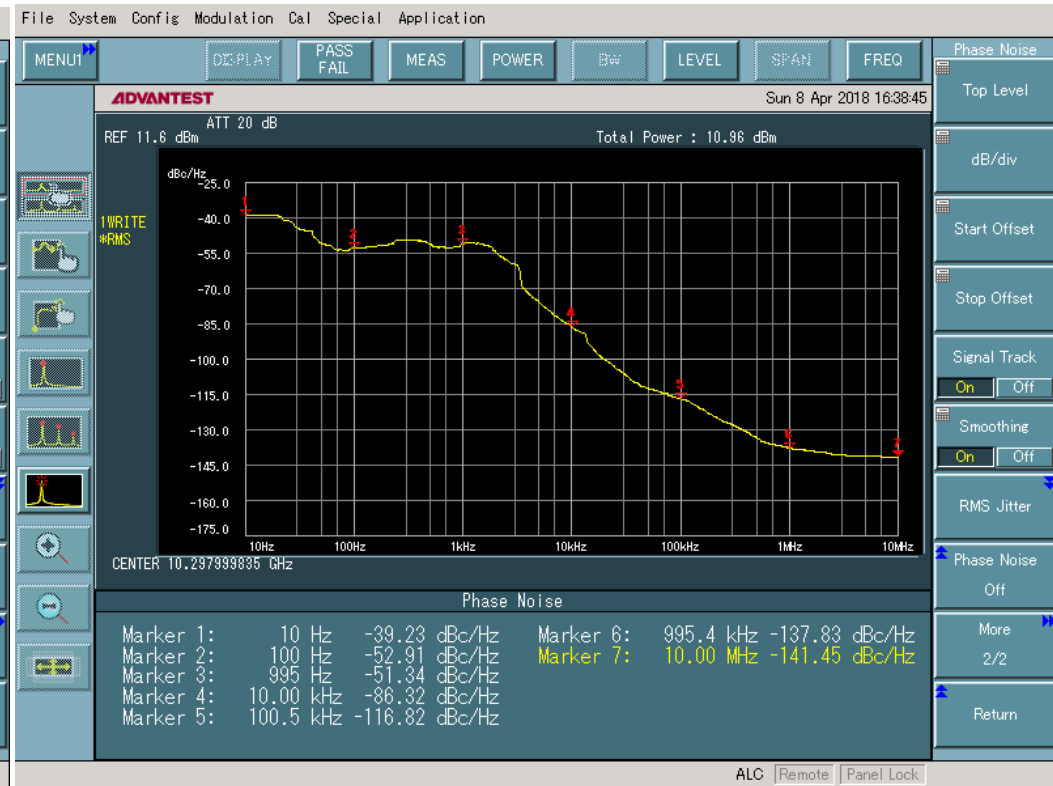
3-cia harmoniczna



Szumy fazowe. Porównanie zasilania na drutach z finalnym.



Próba zmiany układu PLL. LMX2306 na ADF4118



Próba zmiany układu PLL. LMX2306 na ADF4118

- Ciężko dojrzeć wielkie różnice.
- Szkoda zawracać sobie głowę taką zamianą. Tym bardziej, że ścieżki są bardzo delikatne i łatwo je uszkodzić.

Podsumowanie

- Układ zadziałał :)
- Wyniki pomiarów poprawne, aczkolwiek w „ziemię nie wbiły” :)
- Zmiana układu syntezy nie ma sensu.
- Dobrze, zewnętrzne OCXO mocno pomaga.
- Jeden kanał (bez OCXO) pobiera w czasie nagrzewania około 5 W. Po nagrzaniu około 3,5 W.