

## 9A5AA

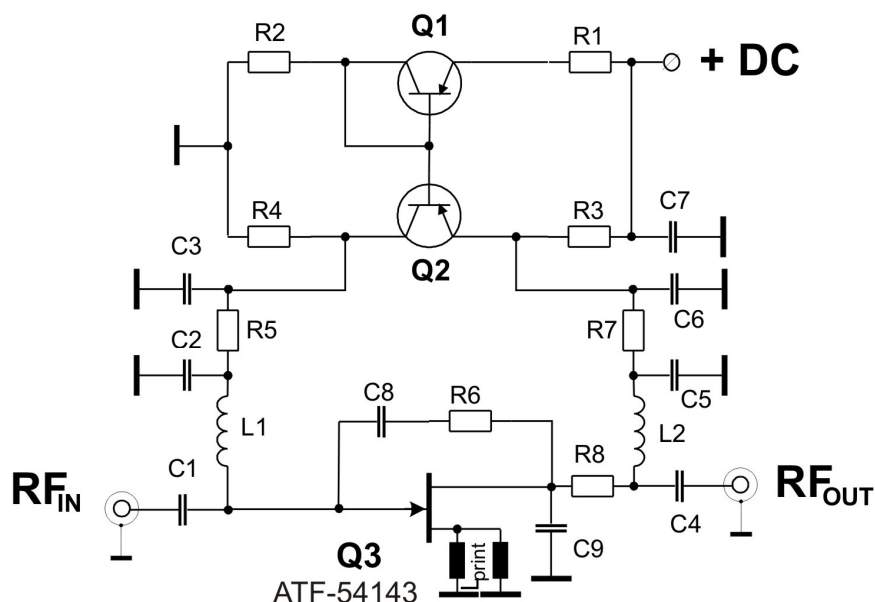
### Niskošumno pojačalo za VHF i UHF

Zadnjih nekoliko godina u gradnji niskošumnih pojačala koriste se MESFET i pHEMT gallium arsenid (GaAs) tranzistori. Suvremena E-pHEMT tehnologija omogućila je gradnju pojačala za niske nivoe signala sa velikim pojačanjem i niskim šumom.

Ovdje će biti opisano pojačalo sa E-pHEMT tranzistorom ATF-54143.

To je niskošumni SMD tranzistor firme Avago Technologies (raniji Agilent/HP) kojeg karakterizira visoka dinamika a koristi se u komercijalnim uređajima u frekventnom rasponu od VHF-a do 6 GHz. Podaci za ovaj tranzistor mogu se naći na

<http://literature.Agilent.com/litweb/pdf/5988-8408EN.pdf>



**Slika 1.** shema pojačala

Posebnost ove gradnje je širokopojasnost od 100 do 500 MHz. Pojačanje je oko 20 dB, OIP<sub>3</sub> je + 36 dBm i šumni broj bolji od 0,7 dB na 144 i 432 MHz.

Za optimalan odnos šumnog broja, IP3 i pojačanja izabrana je struja I<sub>ds</sub>=60mA uz V<sub>ds</sub>=3V.

Pojačalo se napaja iz stabiliziranog +5V izvora uz potrošnju od 65 mA.

Tranzistor ATF 54143 ima dva source izvoda, sa kojima su u seriju prema masi spojena dva induktiviteta, ostvarena produžavanjem tih izvoda na štampanoj pločici za oko 0,65 mm, što ukupno iznosi par stotona pH. Induktivitet u seriji sa source-om zapravo čini povratnu vezu i poboljšava frekventnu karakteristiku pojačala.

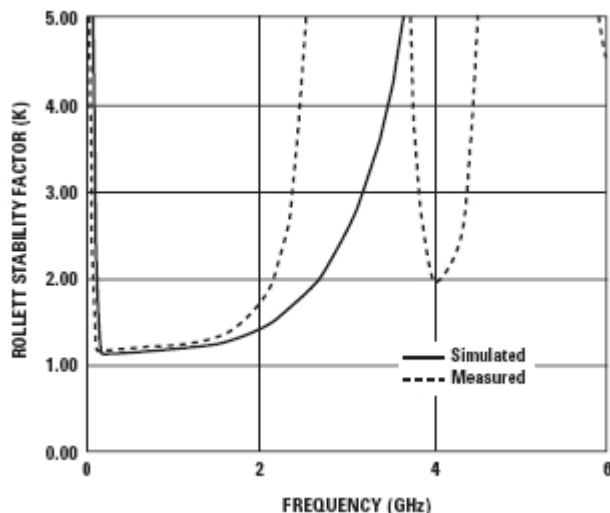
Napajanje tranzistora je izvedeno pomoću dva PNP bipolarna tranzistora. Otpornici su tako odabrani da su padovi napona na R1 i R3 jednaki, pa je struja kroz R3 stabilizirana što osigurava da  $I_{ds}$  i  $V_{ds}$  budu konstantni u širokom rasponu promjena temperature.

Tranzistor Q1 ima zajedno spojene bazu i kolektor. Tako je dobijen PN spoj koji služi za temperaturnu kompenzaciju spoja baza-emiter tranzistora Q2.

Tranzistori Q1 i Q2 su zapravo dva tranzistora u jednom kućištu sa oznakom BCV62C.

Uz malo spretnosti oko lemljenja, moguće je umjesto BCV62C upotrijebiti dva posebna SMD PNP tranzistora sa velikim  $h_{fe}$  pri čemu treba osigurati dobar toplinski kontakt između njih.

ATF-54143 je uvjetno stabilan ispod 3,5 GHz i ima pojačanje 29-26 dB u području 100-500 MHz. Preveliko pojačanje na niskim frekvencijama zahtijeva primjenu negativne povratne veze. U ovom pojačalu se koristi RC povratna veza (R6-C8) koja smanjuje pojačanje u navedenom području na zadanih 20 dB, linearizira karakteristiku pojačanja po frekvenciji i osigurava bezuvjetnu stabilnost ( $K > 1$ , vidi sliku 2).



**Slika 2.** Simulirani i izmjereni faktor stabilnosti

Za prilagođenje ulazne impedancije i optimiziranje šumnog broja primjenjena je mreža visokog propusta koja se sastoji od C1 i L1. Na šumni broj značajno utječu gubici u ovoj mreži pa je izuzetno važno da L1 i C1 budu visoke kvalitete. L1 smanjuje pojačanje na nižim frekvencijama što umanjuje mogućnost preopterećenja pojačala signalima od bliskih odašiljača koji rade na nižim frekvencijama (radiodifuzija). Ova mreža predstavlja kompromis između šumnog broja, ulaznog prilagođenja i pojačanja.

C2 i C5 doprinose stabilnosti rada unutar 100-500 MHz, dok otpornici R5 i R7 osiguravaju stabilnost na nižim frekvencijama, gdje predstavljaju zaključni teret. C4 i L2 čine mrežu visokog propusta.

**Tabela 1.** Lista dijelova

C1=150pF	0603 chip kondenzator	R1=680Ω	0603 chip otpornik
C2,C5=68pF	0603 chip kondenzator	R2=1300Ω	0603 chip otpornik
C3,C6=10nF	0603 chip kondenzator	R3=22Ω	0603 chip otpornik
C4=100pF	0603 chip kondenzator	R4=270Ω	0603 chip otpornik
C7=1μF	0603 chip kondenzator	R5=47Ω	0603 chip otpornik
C8=180pF	0402 chip kondenzator	R6=680Ω	0402 chip otpornik
C9=2,2pF	0402 chip kondenzator	R7,R8=4,7Ω	0603 chip otpornik
L1=150nH	TOKO LL608-FSR15	Q1/Q2	Philips BCV62C
L2=120nH	TOKO LL608-FSR12	Q3	Avago ATF-54143

Ulazni i izlazni konektor su tipa SMA.

Brojevi uz dijelove odnose se na dimenzije tih dijelova:

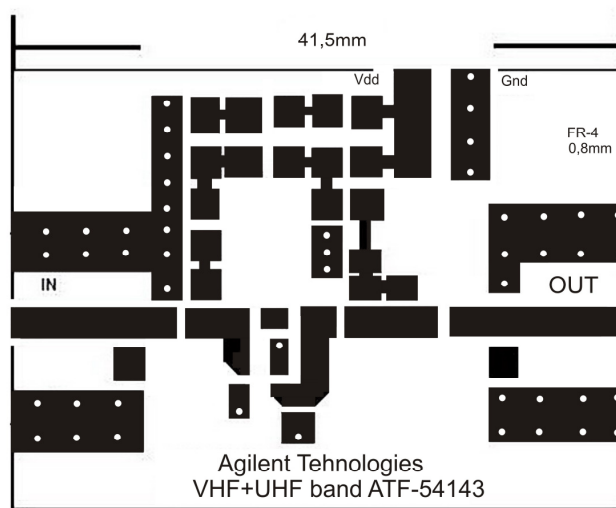
0402=1x0,5mm, 0603=1,6x0,8mm.

Štampana pločica, prikazana na slici 4, napravljena je od materijala FR-4 sa dielektričnom konstantom 4.2. Debljina materijala je 0,8 mm.

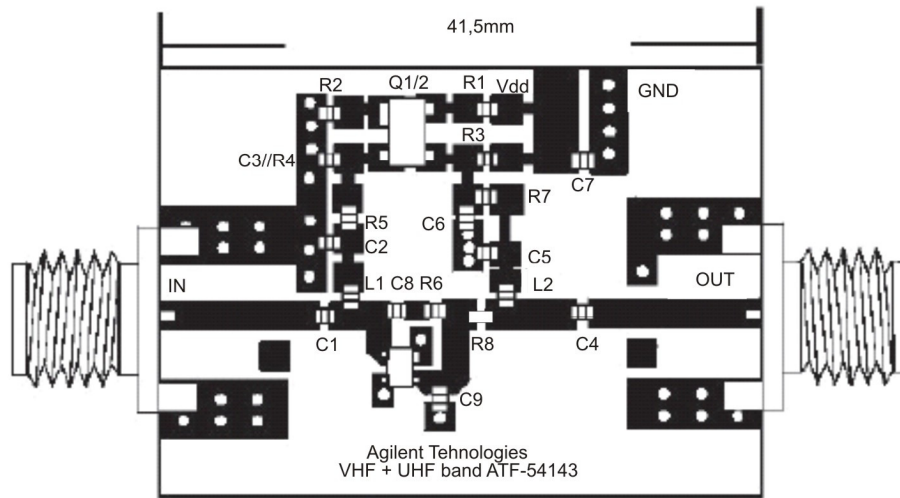
Rezultati simulacije za pojačanje i šumni broj dani su na slici 6, a za ulazno i izlazno povratno gušenje na slici 7.

Rezultate mjerenja za pojačanje i šumni broj prikazuje slika 8, a za ulazno i izlazno povratno gušenje slika 9.

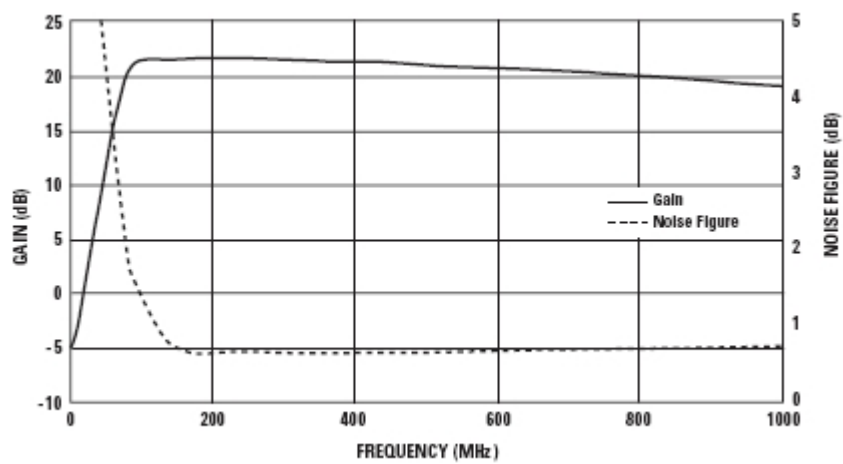
Tabela 2 sadrži ukupne rezultate mjerenja.



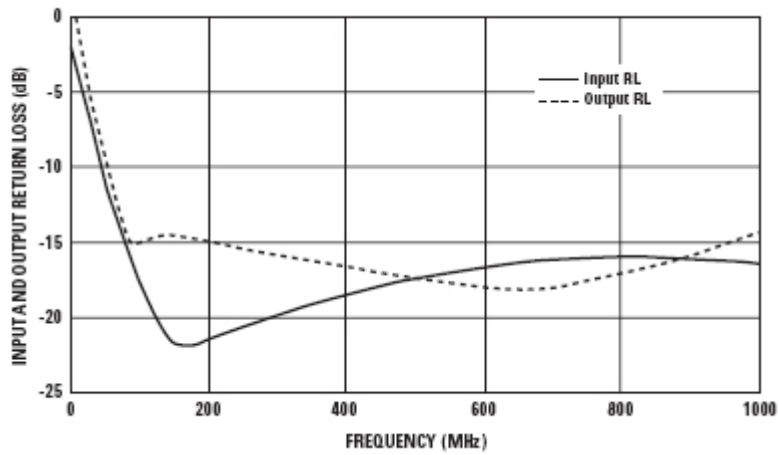
**Slika 4.** Nacrt štampane pločice



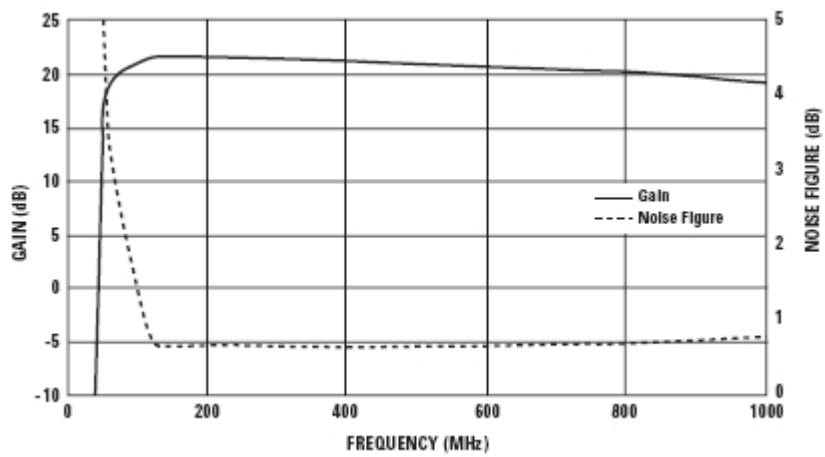
Slika 5. Raspored dijelova na štampnoj ploči



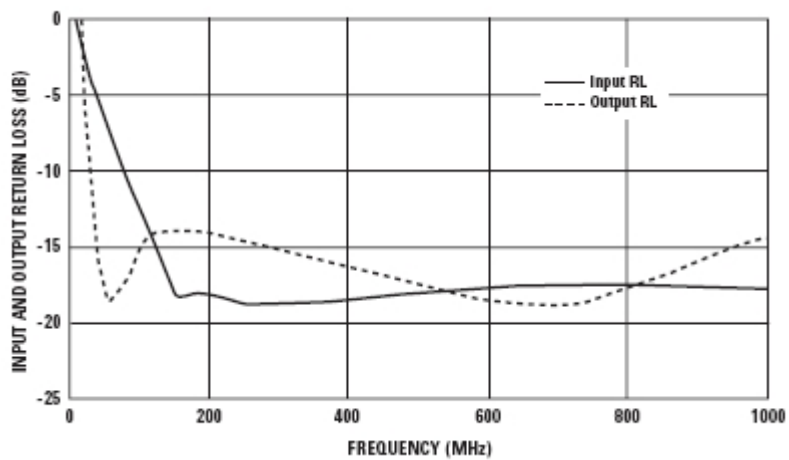
Slika 6. Pojaćanje i šumni broj dobiveni simulacijom



**Slika 7** Ulazno i izlazno gušenje dobiveni simulacijom



**Slika 8.** Pojačanje i šumni broj dobiveni mjerenjem



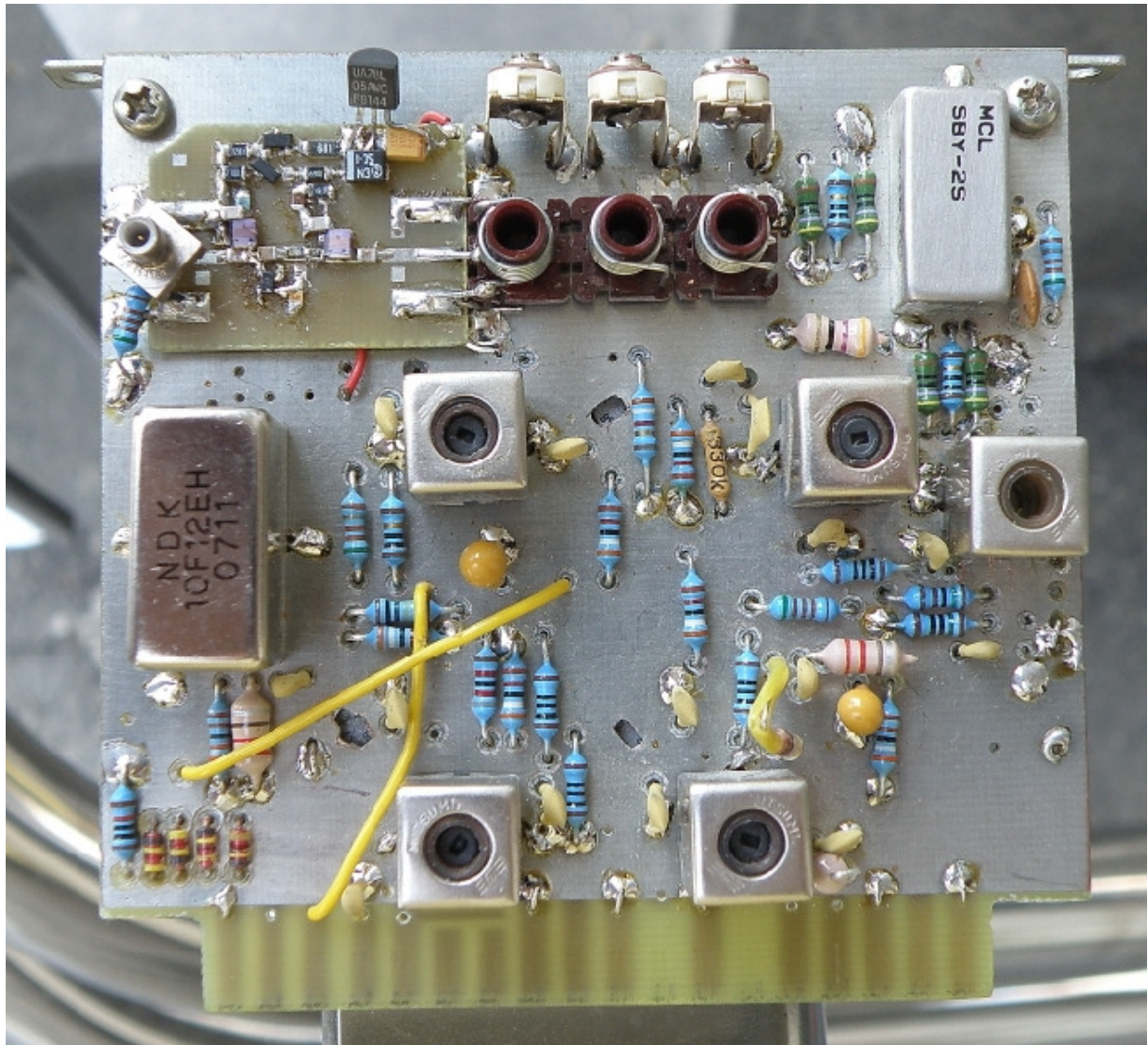
**Slika 9.** Ulazno i izlazno povratno gušenje dobiveni mjerenjem

Frequency (MHz)	Gain (dB)	NF (dB)	P1dB (dBm)	OIP3 (dBm)	IIP3 (dBm)
100	20,8	1,20	+16,6	+34,5	13,7
200	21,1	0,67	+16,6	+36,3	15,2
300	21,4	0,62	+16,6	+36,5	15,1
400	21,2	0,61	+16,6	+36,1	14,9
500	21,5	0,70	+16,6	+36,5	15,0

**Tabela 2. Rezultati mjerenja**

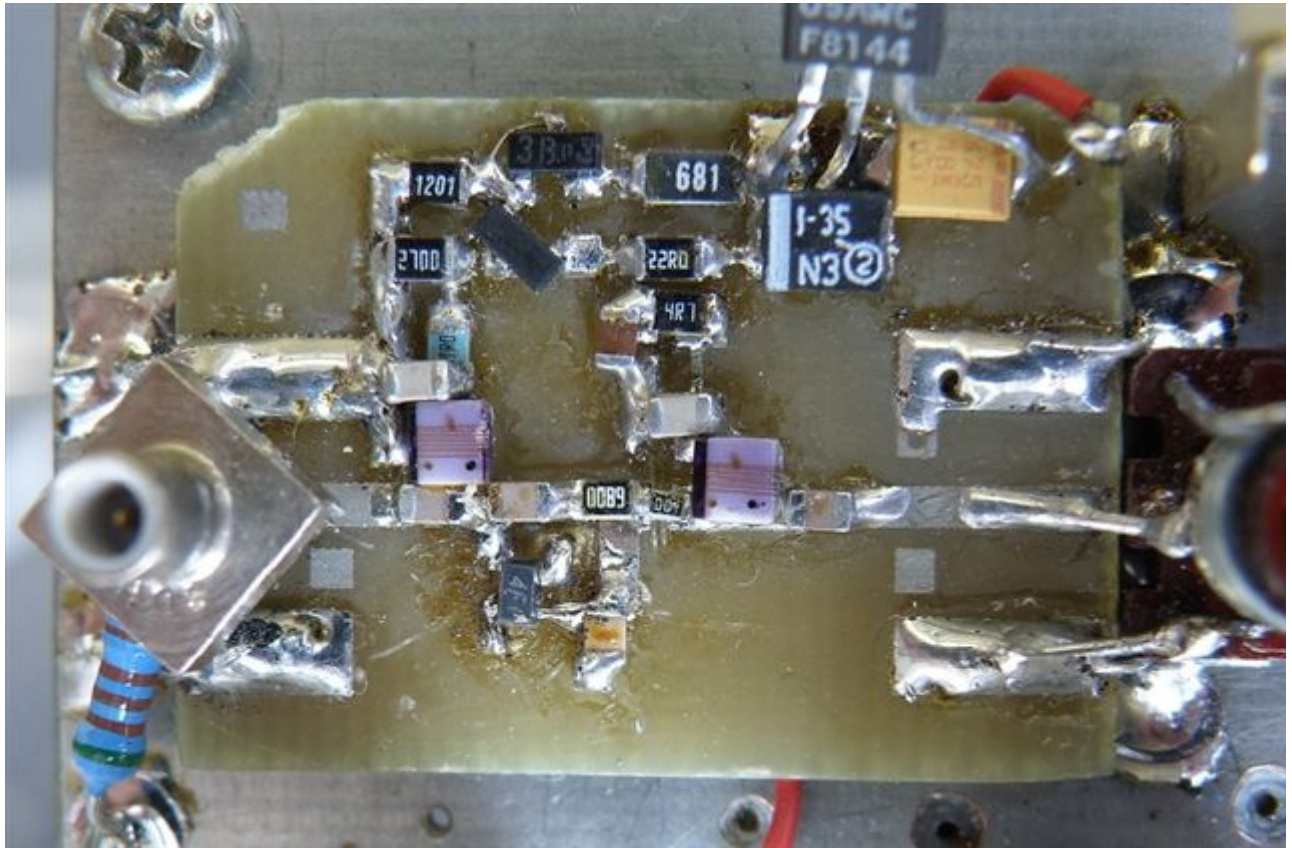
Do sada je napravljeno više ovakvih predpojačala. Neka su napravljena sa otpornicima i kondenzatorima većim od preporučenih dimenzija, pri čemu nije došlo do nestabilnosti niti negativne promjene ostalih karakteristika.

Uz malo spretnosti oko lemljenja, moguće je umjesto BCV62C ugraditi dva zasebna SMD PNP tranzistora pri čemu treba osigurati dobar toplinski kontakt između njih.



Modificirana Mutek pločica za FT221/FT225 sa ugrađenim pojačalom





Prototip pojačala, sa elementima skinutim sa starih pločica

Reference:

1. Application Note 5057 firme Avago Tehnologies:

<http://www.Avagotech.co.jp/docs/5989-0852EN>