

Filter och förstärkare för TV mottagning

- av Bengt Madeberg SM6MUY -
-Västkusten MikrovågsGrupp VMG -

Sammanfattning

Artikeln beskriver en enkel förstärkare med filter för att undertrycka signaler från t.ex. en amatörradiostation. Filtret är avsett att kopplas på antennledningen från en vanlig TV antennen. Filtret fungerar för band VHF (band III) och UHF. Däremot fungerar inte filtret för VHF (band I) eller FM (band II). En kombiantenn kan kopplas in direkt medan separata antenner (VHF/UHF) kräver ett kombineringsfilter. Förstärkaren lämpar sig väl för analog eller digital TV. Signaler utanför de avsedda banden dämpas 25-50 dB upp till ca 2 GHz. Artikeln är uppdelad i två delar. En allmän teori/simulerings del och en del som beskriver uppbyggnaden.

Bakgrund

För att inte störa en tv mottagare behövs ibland ett filter som dämpar signaler från närbelägna sändare. Normalt när man har god signal till TV:n och ingen förstärkare är det oftast inget problem. TV mottagare har bra selektivitet och klarar ganska höga störnivåer. Vid svaga signaler och om man behöver en antenntförstärkare gäller det att satsa på bra grejor om man vill undvika problem. Det vanligaste problemet är att den ”billiga” bredbandiga förstärkaren ”mättas” av en signal från t.ex. en amatörradiostation. Det beror på att ingen som helst eller väldigt lite filtrering görs i enheten. Förstärkarna har dessutom ofta billiga transistorer som har låg kompressionsnivå. När förstärkaren går i kompression så tappar den förmågan att förstärka svaga signaler vilket kan resultera i att bilden blir sämre eller rent av försvinner.

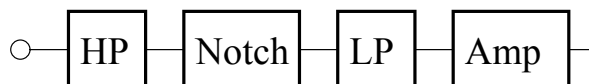
Systembeskrivning

Filterfunktionen är optimerad för följande frekvenser 50, 144, 432 och 1296 MHz. Automatiskt fås även filtrering 0->144 MHz. Kravet är en dämpning på ca 30 dB.

Efter filtret sitter en förstärkare på 11-13 dB. I de flesta fall är det bra att ha lite förstärkning även om man har hyfsad signal från antennen. Den är bra för att kompensera för kabelförluster och eventuella ”splitters” i systemet. Givetvis skall enheten monteras så nära antennen som möjligt t.ex. på vinden där kabeln kommer in. Det är viktigast om signalnivån är låg.

Uppbyggnad

Enheten är mekaniskt uppbyggd på ett kort som är 55x74 mm. I stort sett alla komponenter är ytmonterade. Ett enkelt blockschema visas i Figur 1.



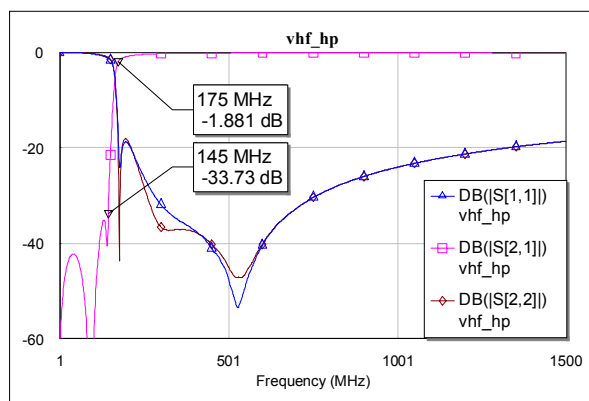
Figur 1

Filter

Filtret är uppdelat i tre delar. Först ett högpasfilter (HP) sedan ett notchfilter och sedan ett lågpasfilter (LP).

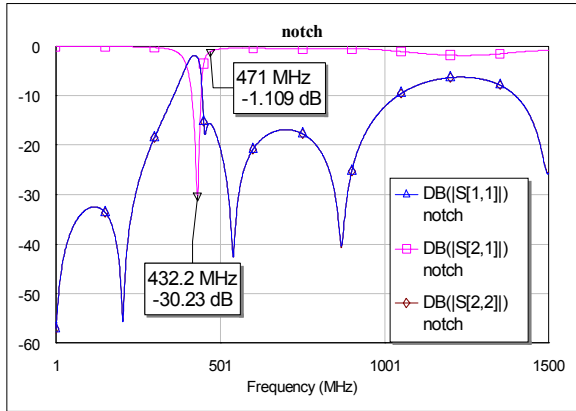
Systemimpedansen är normalt 75 ohm.

Högpasfiltrets funktion är att dämpa under 175 MHz och släppa igenom över samma frekvens. Ett 3-poligt elliptiskt filter valdes. Simulering se Figur 2. Dämpningen på 145 MHz är ca 33 dB och förlusterna på 175 MHz ca 2 dB. Vid 50 MHz är dämpningen >40 dB. För att inte få dålig anpassning uppåt i frekvens fick jordplanet tas bort under filtret. Layouten på kortet ger för hög kapacitans till jord.



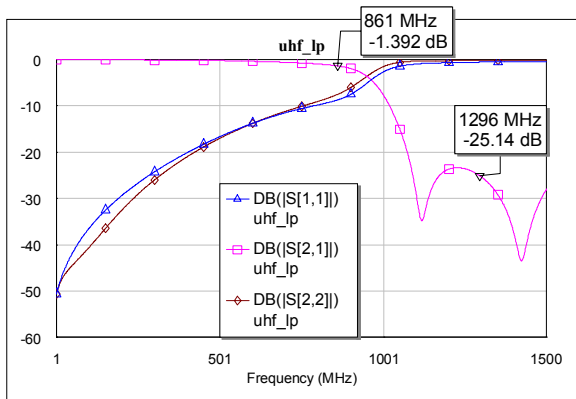
Figur 2

För att dämpa 432 MHz valdes ett notchfilter. Det är på två sektioner och p.g.a. toleranser på komponenterna så måste notchen trimmas. Simulering av notch se Figur 3. Dämpningen på 432 MHz är ca 30 dB och förlusterna vid 471 MHz ca 1 dB. Upp till ca 900 MHz är förlusterna ca 0.5 dB.



Figur 3

Lågpasfilterns funktion är att dämpa över 870 MHz som är övre frekvens för UHF. Ett 2-poligt elliptiskt filter valdes. Simulering se Figur 4. Dämpningen vid 1296 MHz är 25 dB och förlusterna vid 861 MHz ca 1.5 dB. Detta filter anpassas även till förstärkaren i viss mån därför är S11 respektive S22 relativt dåliga.



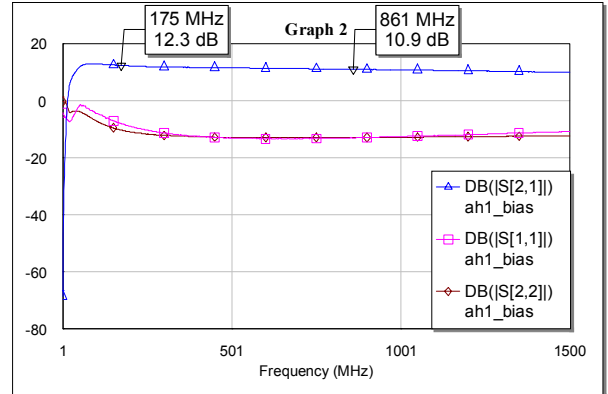
Figur 4

Förstärkare

Förstärkaren är avvägd med tanke på:

- Lagom hög förstärkning
- Hög kompressionsnivå
- Hyfsad brusfaktor
- Relativt vanlig komponent
- Ingen extra matchning behövs

Simulering i ett 50 ohm system, se Figur 5.

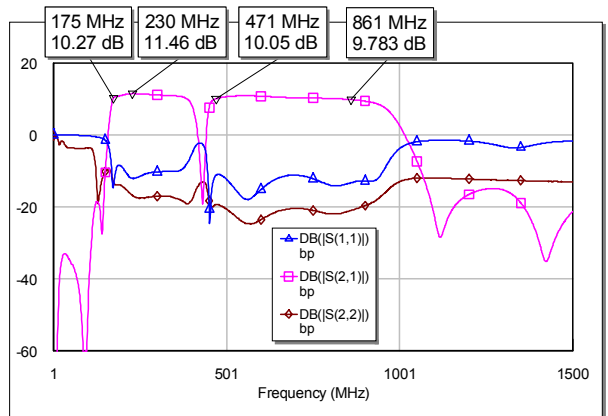


Figur 5

Förstärkningen är jämn och 11-12 dB över bandet.

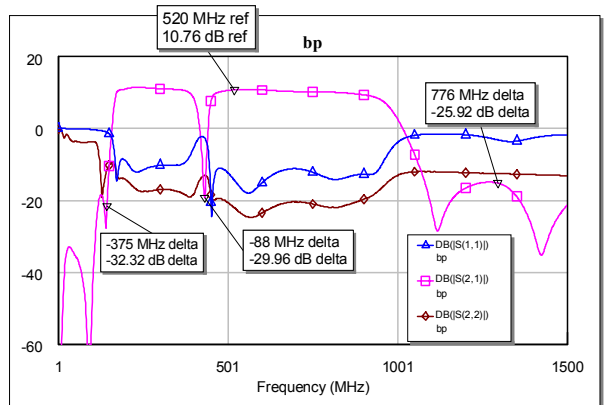
Systemprestanda

Hela enheten, filter och förstärkare har en simulerad prestanda enligt Figur 6. Frekvenser för VHF är 175-230 MHz och UHF, 471-861 MHz.



Figur 6

Dämpningen för 144 MHz, 432 MHz och 1296 MHz blir enligt Figur 7.

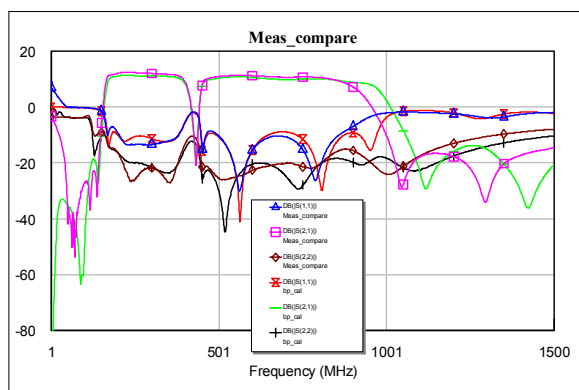


Figur 7

Marker på 520 MHz är referens och vi kan i grafen se 145 MHz ca 32 dB, 432 MHz ca 30 dB och 1296 MHz ca 26 dB. På 50 MHz är den ca 45 dB. Detta borde vara tillräckligt i de flesta fall. Högre dämpning ger förmodligen sämre prestanda i bandkanterna av VHF respektive UHF. Fler länkar i filtren ger dessutom större spridningar och komplexare konstruktion. En variant kan vara att kaskadera två enheter efter varandra.

Mätdata

En jämförelse mellan mätning och simulering gjordes, se Figur 8.



Figur 8

Här har kompenseringar gjorts för att få samma referensplan i mätning respektive simulering. Överensstämmelsen är god. Notera att mätningen börjar på 50 MHz (begränsning i mätutrustningen) därför blir kurvan här helt felaktig. LP filtret har i mätningen något lägre brytfrekvens än simulerat. Det kan bero på toleranser i komponenterna som här gör sig gällande på lite högre frekvens.

Störberäkning

Om man räknar med att förstärkaren har en P_{1dB} på ca 20 dBm (100 mW) så krävs en effekt av $20+13+30=37$ dBm (5 W) på 432 MHz för att få den i kompression. Vid denna effekt så finns det en risk att något kan gå sönder. Det motsvarar t.ex. en sändare på 432 MHz med $P_{ut}=500$ W, Antenn_{tx}=15 dB, Antenn_{rx}=10 dB på ett avstånd av 10 m. Normalt försöker man ju undvika att TV antennen pekar rakt mot sin amatörradioantenn.

Avslutning

En förstärkare som framför allt filtrerar bort signaler från en amatörradiostation har konstruerats. Enheten är konstruerad med ytmonterade komponenter och har en bra repeterbarhet om komponenter enligt byggbeskrivningen används.

Filtret lämpar sig i de områden där man tar emot TV på VHF (III) och UHF. Tar man emot VHF

band I så fungerar ej detta filter. Om så är möjligt kan man då byta till DVB-T där all sändning sker på UHF. Enheten borde även fungera för DAB mottagning där sändningarna sker i Band III. Vill man ha FM (band II) i systemet kan man koppla på det efter filtret med en kombinerare. Se bara till att den signalen är lika bra filtrerad, d.v.s. med ett BP filter. På liknande sätt går det givetvis att göra med band I.

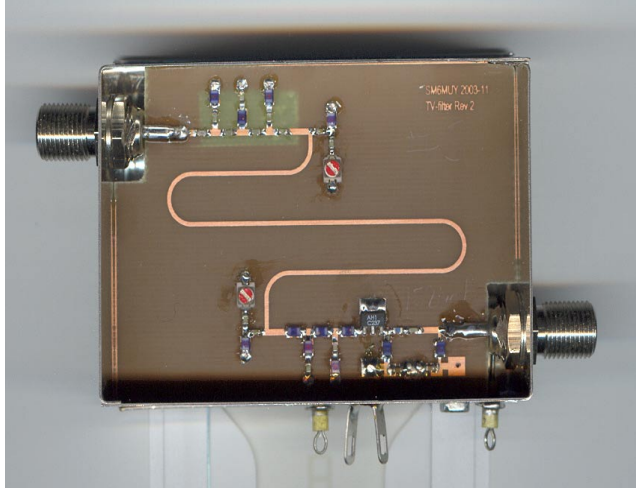
Artikeln visar också (utan att gå in på detaljer) att man med moderna simuleringsverktyg och bra modeller kan uppnå mycket god överensstämmelse mellan simulering/mätning.

Verktyg

Simulering: Microwave Office version 5.5
Mätning: Network Analyzer, HP8722

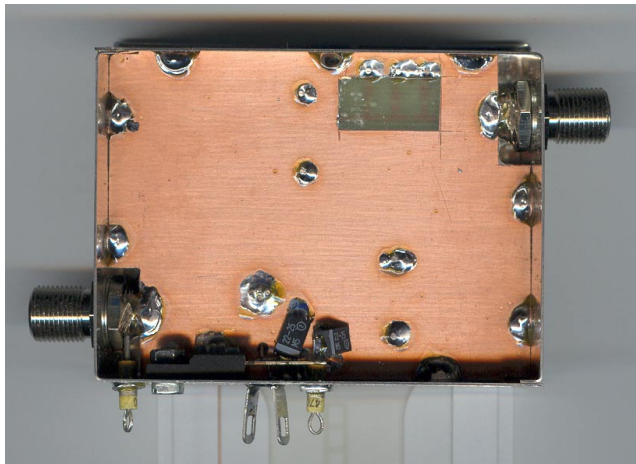
Byggbeskrivning

Enheten (utan lock) visas i Figur 9 där ingång är ”till vänster” och utgång ”till höger”.
Spänningsmatning är stiften nertill i mitten.



Figur 9

Spänningsregulatorn är inte monterad på kortet utan sitter i burken för bästa kylning, se Figur 10. Ett par kondensatorer sitter som vanligt vid regulatorn. Här syns även hur jordplanet är utskuret under HP filtret.

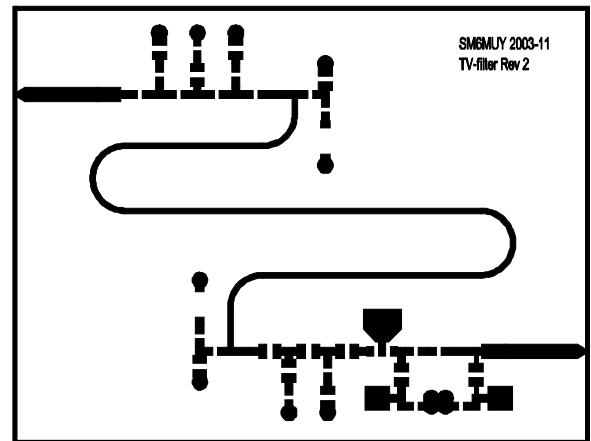


Figur 10

F kontaktarna är lödda i jordplanet. Fila bort lite av pläteringen på kontakten så går det lättare att löda. Se även till att kontaktarna är ordentligt åtdragna så de inte släpper när man skruvar på kablar. Gör helst hålet så att de precis passar.

Layouten visas i Figur 11. Etsa som vanligt. Använd en bra film där ”svärtan” ligger mot kortet (skriv ut spegelvänd layout). En bra laser med OH film ger oftast tillräckligt resultat. Ta bort jordplanet under HP filtret innan monteringen av komponenter. Skär med en vass skalpell och dra bort kopparen med en liten tång eller pincett. Om

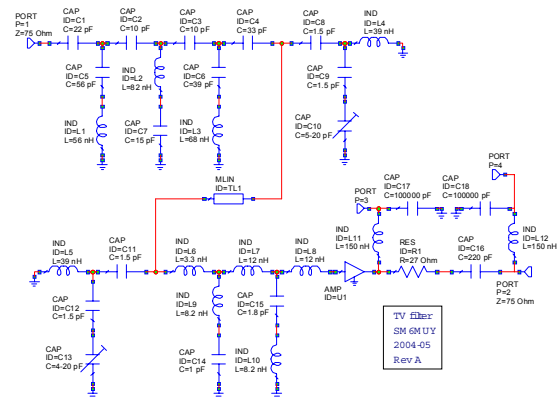
man värmer med en lödkolv (lägg på lite tenn) så släpper kopparen enklare från glasfibern.



Figur 11

Layouten är förberedd för att förstärkaren skall kunna matas med spänning i koaxen om kraft saknas vid monteringsstället. Man kan då koppla ihop stiften på utsidan eller göra det internt. Vet man redan från början att så är fallet behöver ju inte stiften monteras.

Kortet är ett vanligt FR4 (h=1 mm). Kretsschema i Figur 12.



Figur 12

Totalt utan regulatorn innehåller enheten följande:

- 16 st Kondensatorer
- 12 st Induktörer
- 1 st Resistans
- 1 st Förstärkare

Viktigt är att använda de rekommenderade fabrikaten och typerna i listan. Visst kan det fungera med t.ex. andra fabrikat men jag har inte testat. Det fungerar förmodligen bättre med andra fabrikat för kondensatorerna än t.ex. spolarna. Skall man ”labba med olika typer” måste det verifieras i simulator eller vid mätning.

Position	Värde	Artikelnummer	Fabrikat
C1	22p	GRM188	Murata
C2	10p	GRM188	Murata
C3	10p	GRM188	Murata
C4	33p	GRM188	Murata
C5	56p	GRM188	Murata
C6	39p	GRM188	Murata
C7	15p	GRM188	Murata
C8	1p5	GRM188	Murata
C9	1p5	GRM188	Murata
C10	5-20p	TZC3P200A	Murata
C11	1p5	GRM188	Murata
C12	1p5	GRM188	Murata
C13	5-20p	TZC3P200A	Murata
C14	1p0	GRM188	Murata
C15	1p8	GRM188	Murata
C16	220p	GRM188	Murata
L1	56n	0805CS-560x	Coilcraft
L2	82n	0805CS-820x	Coilcraft
L3	68n	0805CS-680x	Coilcraft
L4	39n	0805CS-390x	Coilcraft
L5	39n	0805CS-390x	Coilcraft
L6	3n3	0805CS-030x	Coilcraft
L7	12n	0805CS-120x	Coilcraft
L8	12n	0805CS-120x	Coilcraft
L9	8n2	0805CS-080x	Coilcraft
L10	8n2	0805CS-080x	Coilcraft
L11	150n	0805CS-151x	Coilcraft
L12	150n	0805CS-151x	Coilcraft
R1	27	0603	KOA, mfl
Q1	AH1	SOT-89	WJ communications
Laminat	1 mm	FR4	Elfa
Tråd (för vior)	0.6 mm	Försilvråd	"Panduro Hobby"
J1, J2	F kontakt	46-609-08	Elfa
Låda	55x74x30 mm	Förtent	JEH Trading

Artikelnumren är ej fullständiga då det finns massor av varianter t.ex. hur de är förpackade mm.

Alla "viaställen" borrar med 0.6 mm hål och en tråd löds på bägge sidor. Klipp av onödigt långa "rester" av tenn/tråd med en bra avbitare. Under Q1 måste minst 3 vior göras. Här får man fila ner höjden på tråd/tenn så att inte transistorn hamnar för högt. Löd därefter fast benen först och sedan kroppen med en lite kraftigare spets. Lite lödvatten skadar inte för att få lodet att flyta in under komponenten. Löd inte för länge då det finns risk att tråden släpper och ramlar ur på sekundärsidan. Är du ovan SMT lödare läs **Ref 1** eller VK3EM.

Ref 2Se till att rätt komponent hamnar på rätt ställe. Kan vara lite trickigt då kondensatorerna inte är

märkta så behåll dem i påsar/askar tills du monterar komponenten.. Spolarna kan även vara lite svåra att få dit då de har "paddarna" undertill. En lupp eller mikroskop kan vara bra att ha när man löder.

Vänd även C10 och C13 så att skruven är på den "kalla" (jord) sidan.

Trimning

När alla komponenter är monterade är det dags för trimning. Vänta med att montera kortet i lådan. Sätt på provisoriska kontakter i ändarna t.ex. SMA eller liknande. Att man mäter med instrument som har 50 ohm impedans på ett 75 ohms system ger inte så mycket fel i detta fall. Slå på 5 V på förstärkaren. Den bör dra ca 150 mA. Har man tillgång till networkanalyser är det bara att koppla upp och trimma notcharna. Med de valda komponenterna bör man kunna trimma 433 +/- 10 MHz. Lyckas man trimma in notcharna på samma frekvens bör djupet bli minst 30 dB. Mät även upp dämpningen på de övriga frekvenserna.

Har man inte tillgång till en network kan man köra med en handapparat (eller en signalgenerator) och en enkel effektdetektor. Det finns flera beskrivningar med t.ex. AD8307 som har en dynamik på >80 dB. Ställ in handapparaten på 433 MHz. Dämpa ner effekten till ca 1 mW (0 dBm) ut. Mät med detektorn utan att koppla in filtret. Läs av "0". Koppla in förstärkaren. Trimma på C10 och C13 så att en förstärkning på 10-12 dB uppnås. Nu ligger notchen "bortom" 433 MHz. Här gäller givetvis att detektorn har dynamik till minst + 15 dBm (anpassa annars ineffekten) Vi vet nu att förstärkaren fungerar och ger "rätt" förstärkning" "Nolla" denna nivå. Trimma på C10 och C13 åter tills nivån på ca -30 dB uppnås. Nu är det klart och notchen ligger på ca 433 MHz. Gör även en test av dämpningen på 144 MHz (och andra frekvenser om möjligt).

Avslutning

Bygg in filtret i lådan med lämpliga F kontakter. Klipp bort lite laminat vid in/ut-gång så att kontakterna får plats. Finns inte reglerad 5V så bygg in en 7805 i lådan (Rekommenderas i alla fall då regulatortrycker störningar mm från kraften). Enheten kan sedan enkelt matas med en batterieliminatör på t.ex. 9 V. Se bara till att den klarar minst 200 mA utan problem. Vid högre inspanning kan det behövas mer kylning. Gör om möjligt en check av filtret igen innan uppsättning. Montera filtret på vinden eller i närheten av antennen. Utomhusmontage kräver tät låda.

Övrigt

Enheten får endast byggas och användas i privat syfte. För övriga syften kontakta författaren.

Referenser

Ref 1 Hints and Tips for using Surface Mount Technology (SMT), Luke Enriquez. Luke Enriquez. VK3EM.

Ref 2 W8WWV - N2PK VNA - Building with Surface Mount Technology (SMT), Greg Ordy

Appendix

Appendix A, Krettschema.

Appendix B, Layout.

Appendix C, Layout spegelväänd.

Bengt Madeberg SM6MUY

Benjaminssons väg 26

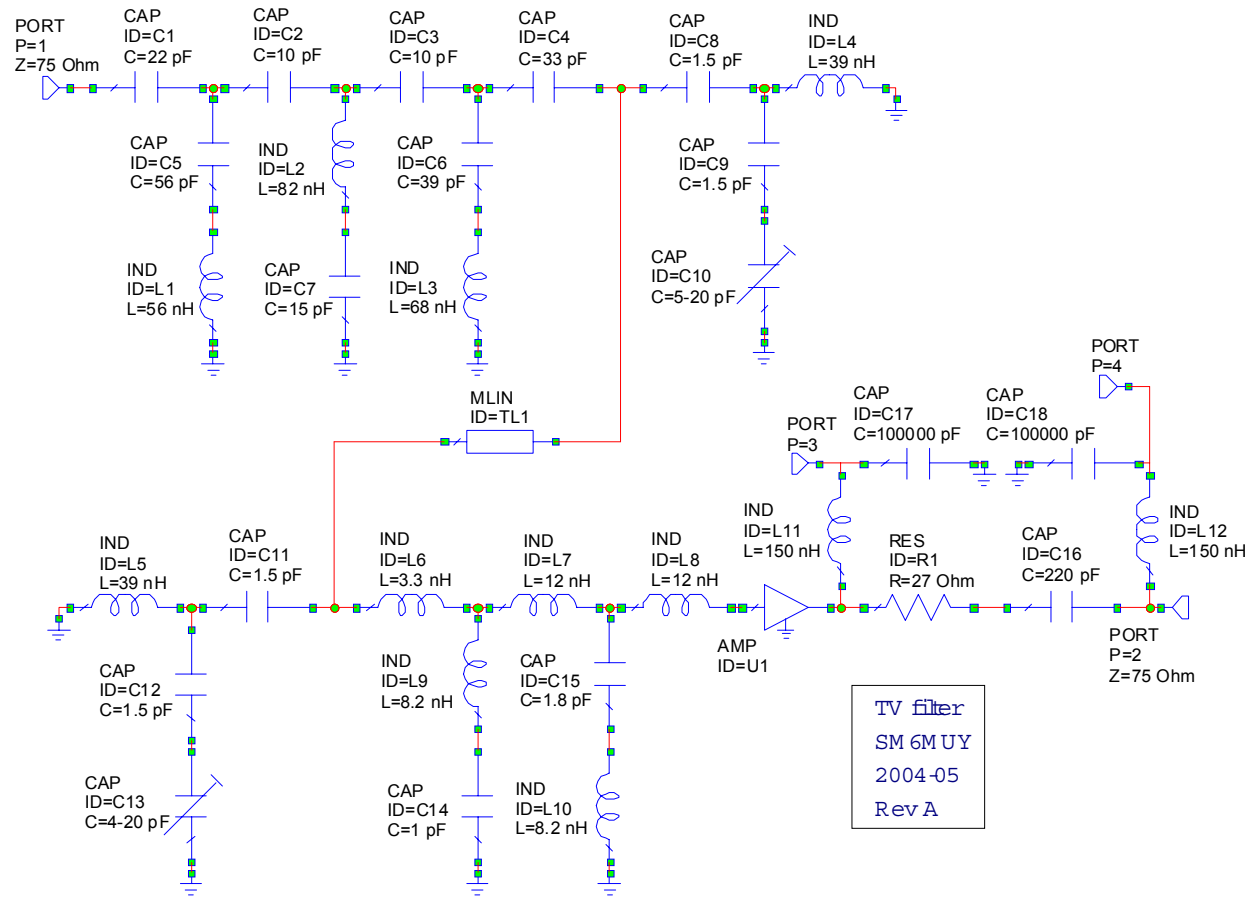
434 91 Kungsbacka

Sverige

muy (at) telia (dot) com

2004-05-05

Appendix A



Appendix C

