

DIRECT CONVERSION RECEIVER

WAN NUR HAFSHA BT WAN KHAIRUDDIN

Universiti Sains Malaysia

2005

ABSTRAK

Penerima penukaran terus merupakan penerima yang digunakan dalam sistem perhubungan bergerak. Penerima penukaran terus menggantikan senibina penerima superheterodin. Objektif utama projek ini adalah melakukan analisis bagi litar bersepadu penyahmodulat IQ model LT5516 keluaran Linear Technology, kemudian sistem penerima penukaran terus yang lengkap akan dianalisis bagi mengkaji prestasi dan kelakuannya. Litar ujian bagi LT5516 direkabentuk di atas papan litar bercetak. Balun jalur sempit direkabentuk sebagai masukan kepada frekuensi radio dan frekuensi pengayun tempatan. Induktor teras udara digunakan bagi rekabentuk balun. Walaubagaimanapun analisis bagi litar bersepadu LT5516 tidak berjaya dijalankan kerana litar bersepadu yang digunakan tidak dapat disambung pada papan litar bercetak disebabkan saiz LT5516 adalah kecil iaitu berukuran 4mmx4mm, jadi kaedah pematerian yang digunakan bagi menyambung litar bersepadu LT5516 ini pada papan litar bercetak adalah tidak efektif. Kaedah pematerian dicuba juga untuk menyambung LT5516 pada papan litar bercetak kerana tiada teknologi lain yang dapat digunakan di pusat pengajian mahupun di kampus. Pad LT5516 disambung pada papan litar bercetak menggunakan *wire-wrap* sebagai pengalir. *Wire-wrap* dipateri pada pad LT5516 dan disambung pada pad papan litar bercetak. Akhirnya setelah dicuba menggunakan kaedah pematerian ini litar bersepadu LT5516 tidak dapat disambung pada papan litar bercetak kerana saiz pad litar bersepadu adalah sangat kecil menyebabkan hasil pematerian bersambung. Bagi mengatasi masalah pematerian bersambung amaun pateri yang digunakan dikurangkan tetapi masalah yang timbul ialah *wire-wrap* tidak melekat pada pad tersebut. Komponen-komponen lain dipateri pada papan litar bercetak tetapi analisis bagi litar bersepadu ini tidak dapat dijalankan. Kotak aluminium direkabentuk sebagai kotak litar ujian ini bagi mengelakkan radiasi dan akan mengganggu isyarat keluaran apabila ujian dijalankan. Pengiraan untuk rekabentuk penuras lurus jalur dan penuras laluan rendah dimasukkan bersama dalam laporan ini walaupun tidak dapat diaplikasikan kerana litar ujian tidak berjaya dianalisis. Cadangan juga dinyatakan di akhir laporan supaya analisis bagi sistem penerima penukaran terus dapat dijalankan.

ABSTRACT

Direct conversion receiver is a receiver system that is widely used for wireless communication. Direct conversion receiver replaced the architecture of superheterodyne receiver. The objectives of my project is to do analysis of IQ Demodulator IC model LT5516 produced by Linear Technology and also the analysis of direct conversion receiver system using LT5516 to see the performance of this receiver. The test circuit for LT5516 is designed using printed circuit board (PCB). Narrowband balun structure is designed for input of RF signal and LO signal. Air core inductor is used for balun design. The analysis of LT5516 cannot be done because the connection between the LT5516 pads and printed circuit board cannot be done so that the test circuit cannot function without the connection of this LT5516 IC. The LT5516 IC cannot be soldered on printed circuit board because the size of the IC is too small (4mmx4mm). The soldering method used is not effective but I still used this method because there are no other technology in this campus. LT5516 pads are connected to printed circuit board using wire-wrap as the conductor. Wire-wrap is soldered to LT5516 pads and connected to PCB pads but lastly IC LT5516 cannot be soldered on PCB because the IC pads are small and resulted the soldering joint. To solve this problem I decreased the amount of solder but the wire wrap could not stick on IC pads. Other components are soldered on PCB pads but the analysis still cannot be done without this IC LT5516. Aluminium box is designed for this test circuit. The aluminium box is designed to avoid radiation that will effect the output signal. The calculation for band pass filter and low pass filter are include in this report even they cannot be applied because the circuit not function and cannot be analyze. The suggestions also include at the end of the report to ensure that the direct conversion receiver can function well and can be analyze to see the performance of direct conversion receiver.

PENGHARGAAN

Assalamualaikum w.b.t

Pertama sekali saya ingin memanjatkan kesyukuran kepada Allah S.W.T kerana dengan limpah kurnianya saya dapat menyiapkan laporan projek tahun akhir ini walaupun perjalanan projek saya tidak sempurna dan tidak mencapai objektif yang dikehendaki kerana terdapat masalah yang mengganggu perjalanan projek saya.

Di kesempatan ini saya merakamkan jutaan terima kasih yang tidak terhingga kepada penyelia saya Dr.Mohd Fadzil Bin Ain yang telah menjadi tonggak penggerak kepada projek saya.Beliau telah banyak membantu dan memberi sumbangan idea kepada saya dalam menyelesaikan pelbagai masalah yang timbul ketika projek dijalankan walaupun akhirnya projek saya tidak mencapai objektif yang dikehendaki.

Ucapan terima kasih juga diucapkan kepada Puan Norlaili Bt.Mohd Noh sebagai pemeriksa kedua bagi projek saya.

Ucapan terima kasih juga saya tujukan kepada semua juruteknik makmal perhubungan,makmal PCB,makmal mikropemproses dan makmal elektronik dari Pusat Pengajian Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik.Mereka telah banyak menghulurkan bantuan semasa saya menjalankan projek ini.

Ribuan terima kasih juga saya ucapkan kepada rakan-rakan yang juga telah menyumbangkan idea, pendapat dan menghulurkan bantuan kepada saya sepanjang saya menjalankan projek tahun akhir ini.

Jutaan terima kasih juga ditujukan kepada semua yang telah terlibat samada secara langsung atau tidak dalam membantu saya melaksanakan projek ini.

Akhir kata,saya berharap penyediaan laporan ini sedikit sebanyak dapat memberikan kepuasan kepada penyelia dan juga pemeriksa projek tahun akhir saya walaupun projek saya tidak dapat dilaksanakan dengan sempurna kerana masalah yang timbul dan tidak dapat dielakkan.

Sekian,terima kasih

KANDUNGAN

	Muka Surat
ABSTRAK Bahasa Melayu	i
ABSTRACT in English	ii
PENGHARGAAN	iii
SENARAI KANDUNGAN	v
SENARAI GAMBARAJAH	vii
SENARAI ISTILAH	ix
BAB 1 PENGENALAN	
1.1 Sistem Penerima	1
1.2 Sistem Penerima Penukaran Terus	3
1.3 Objektif dan Skop Kajian	4
BAB 2 KAJIAN ILMIAH	
2.1 Penerima Superheterodin dan Penerima Penukaran Terus	5
2.1.1 Penerima Superheterodin	6
2.1.2 Penerima Penukaran Terus	8
BAB 3 PENERANGAN LITAR PROJEK	
3.1 Litar bagi Projek	10
3.1.1 Penuras Lulus Jalur	11
3.1.2 Penguat Hingar Rendah	11
3.1.3 Balun	12
3.1.4 Penuras Laluan Rendah	13
3.1.5 LT5516	13
BAB 4 PELAKSANAAN PROJEK	
4.1 Metodologi	15

4.2	Proses Rekabentuk	
4.2.1	Balun	17
4.2.2	Induktor Teras udara	24
4.2.3	Penghasilan Papan Litar Bercetak Bagi Litar Ujian Penyahmodulat I/Q (LT5516)	28
4.2.3.1	Capture CIS	28
4.2.3.2	Rekabentuk Layout	30
4.2.3.3	Proses Penghasilan Papan Litar Bercetak	34
4.2.4	Pemasangan Komponen Pada Papan Litar Bercetak	36
4.2.5	Rekabentuk Kotak Aluminium	37
4.2.6	Rekabentuk Penuras Lulus Jalur	38
4.2.7	Rekabentuk Penuras Laluan Rendah	41

BAB 5 KEPUTUSAN

5.1	Pengenalan	43
5.2	Kaedah Pengujian Dan Analisis Yang Digunakan	44
5.3	Masalah Yang Dihadapi Dalam Melaksanakan Projek	46

BAB 6 CADANGAN DAN KESIMPULAN

6.1	Cadangan	48
6.2	Kesimpulan	50

RUJUKAN

LAMPIRAN A: *Helaian Data 800MHz to 1.5GHz Direct Conversion Quadrature Demodulator*

LAMPIRAN B: Set Penguji Radio

LAMPIRAN C: Osiloskop

LAMPIRAN D: Penjana Isyarat

SENARAI GAMBARAJAH

- Rajah 1.1 Gambarah Blok Asas Bagi Sistem Penerima
- Rajah 1.2 Gambarajah Blok Asas Bagi Penerima Penukaran Terus
- Rajah 2.1 Gambarajah Blok Asas Penerima Superheterodin
- Rajah 2.2 Gambarajah Blok Sistem Penerima Penukaran Terus
- Rajah 3.1 Gambarajah binaan penerima penukaran terus menggunakan LT5516
- Rajah 3.2 Masukan seimbang
- Rajah 3.3 Masukan tak seimbang
- Rajah 4.1 Struktur balun jalur sempit tergumpal
- Rajah 4.2 Keratan Rentas Gegelung Induktor Teras Udara
- Rajah 4.3 Litar Skematik bagi Litar Ujian LT5516
- Rajah 4.4 *Footprint* komponen bersama-sama sambungannya
- Rajah 4.5 Komponen yang telah disusun
- Rajah 4.6 Bentangan setelah *autoroute* tetapi masih terdapat persilangan wayar
- Rajah 4.7 Bentangan yang telah siap direkabentuk tanpa persilangan wayar
- Rajah 4.8 Bentangan untuk dicetak pada transparensi
- Rajah 4.9 Penyambungan komponen di atas papan litar bercetak
- Rajah 4.10 Pandangan sisi menunjukkan penyambung SMA dan wayar sumber kuasa dan bumi disambungkan pada kotak aluminium
- Rajah 4.11 Pandangan sisi menunjukkan BNC disambung pada kotak
- Rajah 4.12 Penuras rangkaian pi bagi penuras lulus jalur
- Rajah 4.13 Penuras rangkaian pi bagi penuras lulus jalur
- Rajah 4.14 Penuras rangkaian pi bagi penuras laluan rendah

Rajah 4.15 Penuras rangkaian T bagi penuras laluan rendah

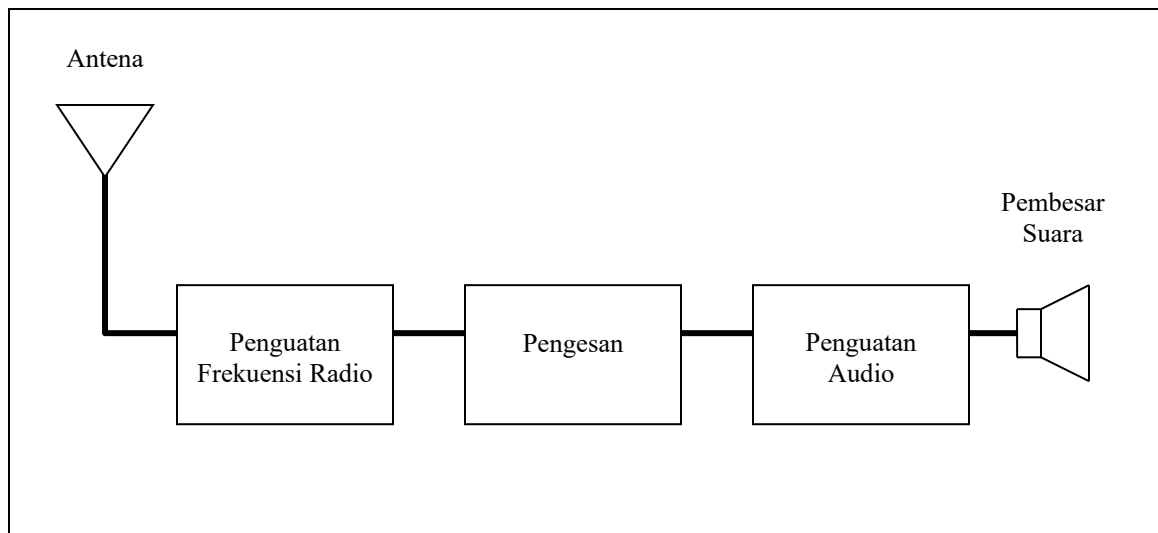
SENARAI ISTILAH

1. Angka Hingar	-	Noise Figure
2. Bentangan	-	Layout
3. Berkemuatan	-	Capacitive
4. Frekuensi Perantara	-	Intermediate Frequency (IF)
5. Gandaan Penukaran	-	Conversion Gain
6. Induktor Teras Udara	-	Air Core Inductor
7. Jalur Dasar	-	Baseband
8. Jalur Henti	-	Stopband
9. Litar Bersepadu	-	Integrated Circuit (IC)
10. Papan Litar Bercetak	-	Printed Circuit Board (PCB)
11. Pencampur	-	Mixer
12. Pencampur Penukarturun	-	Downconverting Mixer
13. Penerima Penukaran Terus	-	Direct Conversion Receiver
14. Penerima Superheterodin	-	Superheterodyne Receiver
15. Pengayun Tempatan	-	Local Oscillator (LO)
16. Pengesan	-	Detector
17. Pengikatan Wayar	-	Wire Bonding
18. Penjana Isyarat	-	Signal Generator
19. Penguat Hingar Rendah	-	Low Noise Amplifier (LNA)
20. Pengubah	-	Transformer
21. Penuras Lulus Jalur	-	Band Pass Filter (BPF)
22. Penuras Laluan Rendah	-	Low Pass Filter (LPF)
23. Penyahmodulat IQ	-	IQ Demodulator
24. Saling Modulatan	-	Intermodulation
25. Saling Modulatan Tertib-3	-	Third Order Interception
26. Set Penguji Radio	-	Radio Test Set
27. Tapak Stesen	-	Base Station

BAB 1

PENGENALAN

1.1 SISTEM PENERIMA



Rajah 1.1: Gambarah Blok Asas Bagi Sistem Penerima

Fungsi bagi sesebuah penerima adalah untuk memperoleh kembali isyarat utusan yang terkandung di dalam isyarat yang diterima (Proakis *et al*, 2002). Antena diperlukan dalam sesebuah sistem penerima untuk mengambil gelombang elektromagnetik dan disalurkan kepada penerima. Ia tidak akan menambahkan apa-apa hingar atau gangguan kepada isyarat yang dikehendaki (Mike Golio, 2001). Isyarat akan ditukar berdasarkan kepada jenis dan format bagi memenuhi sifat-sifat yang diperlukan oleh pengesan dalam pemproses isyarat, yang mana ia merupakan saluran kepada antaramuka pengguna yang mudah difahami. Isyarat utusan yang dihantar oleh pembawa pemodulatan akan diterima oleh penerima dan ia akan melaksanakan nyahmodulatan pembawa untuk mengeluarkan utusan daripada pembawa sinusoidal. Memandangkan isyarat nyahmodulatan dilaksanakan dengan kehadiran hingar tambahan dan juga herotan isyarat, isyarat utusan

yang dinyahmodulat secara umumnya akan direndahkan dengan kehadiran herotan di dalam isyarat yang diterima. Ketepatan sesebuah sistem penerima adalah disebabkan oleh jenis modulan, kekuatan hingar tambahan, kekuatan gangguan tambahan dan juga jenis gangguan (Proakis *et al*, 2002).

Selain daripada melaksanakan fungsi utama iaitu nyahmodulan isyarat, penerima juga melaksanakan beberapa fungsi sampingan termasuklah penurasan isyarat dan juga penahanan hingar (Proakis *et al*, 2002).

Penerima mewakili teknologi dengan kegunaan yang meluas. Ia merangkumi pemodulan amplitud, pemodulan frekuensi, analog, digital, penukaran terus, penukaran tunggal atau pelbagai dan sebagainya (Mike Golio, 2001). Sistem penerima diaplikasikan dalam penggunaan radio, telefon, rangkaian data, radar, sonar, televisyen dan sebagainya. Frekuensi operasi yang dipilih adalah sangat penting untuk mencapai apa yang dilaksanakan (Mike Golio, 2001).

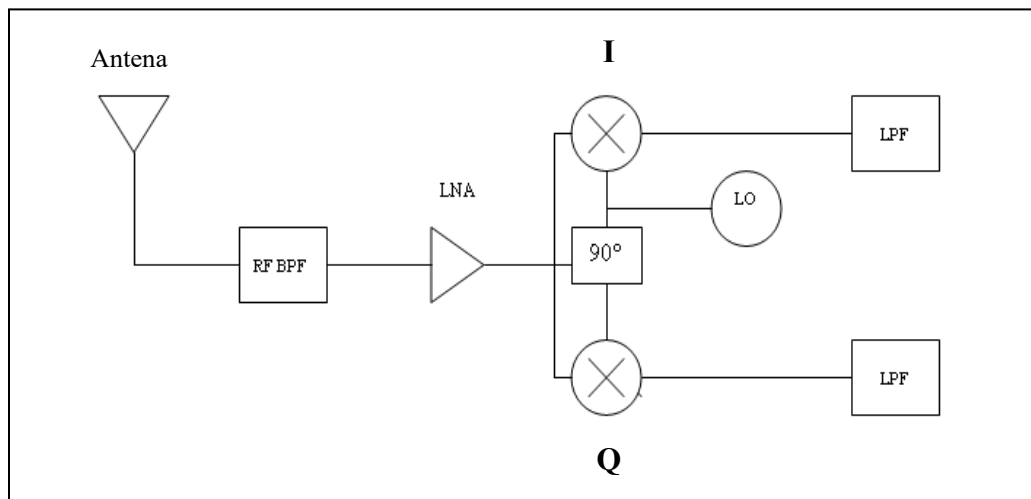
Objektif utama rekabentuk sesebuah sistem penerima adalah merangkumi kepekaan, kuasa untuk menerima siaran dan juga penggunaan arus yang rendah.

Kepekaan ialah kebolehan penerima untuk mengangkat isyarat yang lemah hampir kepada aras hingar. Bagi sesebuah rekabentuk penerima yang baik, kepekaan perlulah lebih tinggi daripada angka hingar pada bahagian depan.

Kuasa untuk menerima siaran pula bermakna penyingkiran isyarat yang tidak dikehendaki samada di dalam jalur, menghampiri jalur yang dikehendaki atau jauh daripada jalur yang dikehendaki. Isyarat di luar jalur secara umumnya lebih kuat daripada isyarat yang dikehendaki. Kuasa untuk menerima siaran ini adalah dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuklah hingar pensintesis fasa, penurasan saluran, lingkungan dinamik penerima, kelinearan penerima dan kaedah nyahmodulan.

Penerima yang mencapai lingkungan dinamik yang baik, kelinearan dan hingar fasa biasanya akan menghasilkan penerima arus rendah.

1.2 SISTEM PENERIMA PENUKARAN TERUS



Rajah 1.2 : Gambarajah Blok Asas Bagi Penerima Penukaran Terus

Projek yang dijalankan adalah berkaitan dengan sejenis penerima yang dikenali sebagai penerima penukaran terus. Penerima penukaran terus merupakan satu senibina alternatif bagi penerima tanpa wayar atau perhubungan bergerak. Konsep utama penerima penukaran terus ialah masukan frekuensi pengayun tempatan adalah sama dengan masukan frekuensi pembawa iaitu frekuensi radio. Asas bagi penerima penukaran terus ialah isyarat yang diterima akan melalui penapis lurus jalur dan isyarat ini akan dikuatkan oleh penguat hingar rendah. Isyarat tidak akan melalui frekuensi perantara yang tinggi. Frekuensi radio dan frekuensi pengayun tempatan akan dicampur pada pencampur dan keluaran akan dituras oleh penuras laluan rendah. Penerima jenis ini biasa digunakan dalam teknologi telefon selular digital, rangkaian tanpa wayar dan juga sistem pesanan radio. Senibina dan konsep operasi bagi sistem penerima penukaran terus ini akan dijelaskan dalam Bab 2.

1.3 OBJEKTIF DAN SKOP KAJIAN

Objektif utama bagi projek yang dijalankan ialah melakukan analisis bagi Penyahmodulat IQ model LT5516 keluaran Linear Technology. Kebolehan dan prestasi LT5516 akan dikaji dan dianalisis. Kemudian menggunakan LT5516 ini litar akan disambung kepada antena, penuras lulus jalur, penguat hingar rendah dan penuras laluan rendah bagi menghasilkan satu sistem penerima penukaran terus yang lengkap. Analisis dijalankan bagi mengkaji ciri-ciri penerima ini. Sistem ini perlulah dapat beroperasi sebagai sebuah penerima penukaran terus apabila frekuensi masukan iaitu frekuensi radio dan frekuensi daripada pengayun tempatan dicampurkan pada pencampur pada frekuensi yang sama. Keluaran bagi sistem penerima penukaran terus ini iaitu keluaran I dan Q akan dianalisis. Ini akan menentukan samada penerima ini dapat mengeluarkan kembali isyarat yang diterima dari penghantar.

Keluaran bagi I dan Q akan dipaparkan pada osiloskop dan masukan frekuensi radio adalah daripada penguji radio manakala masukan frekuensi bagi pengayun tempatan adalah dari penjana isyarat.

BAB 2

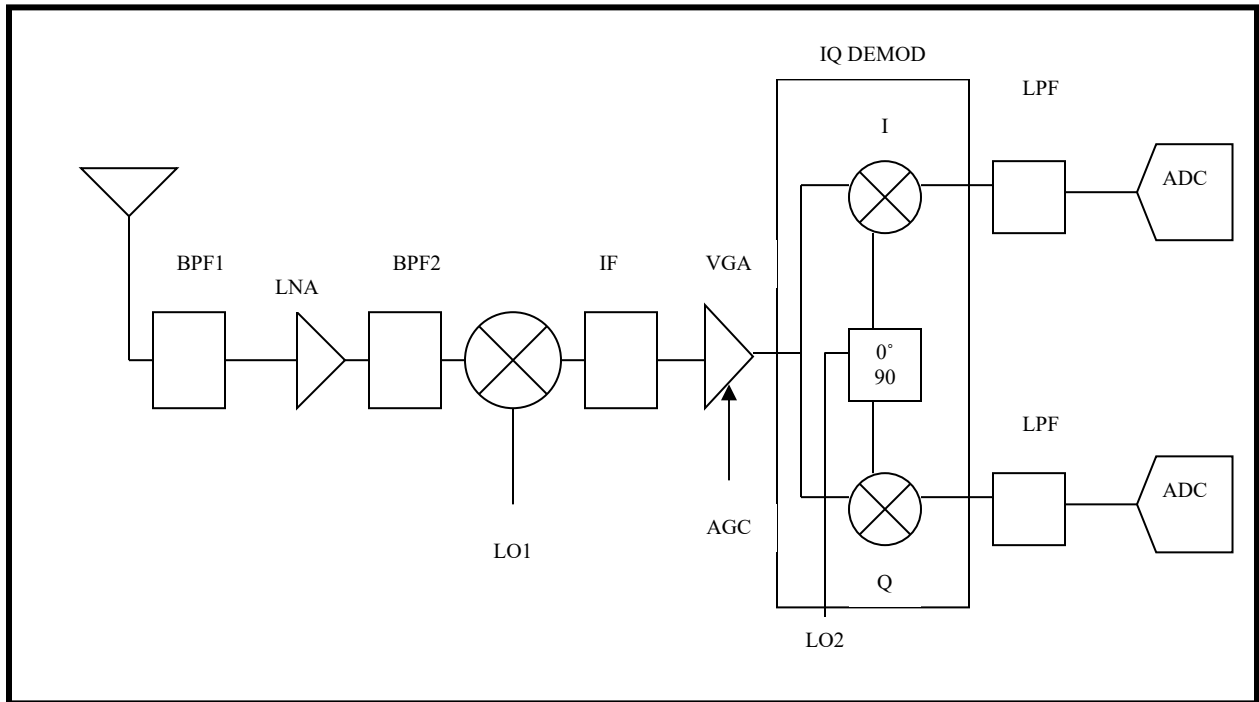
KAJIAN ILMIAH

2.1 PENERIMA SUPERHETERODIN DAN PENERIMA PENUKARAN TERUS

Penerima penukaran terus direkabentuk untuk menggantikan senibina penerima superheterodin yang telah digunakan sebelum ini. Pada masa kini dan untuk generasi yang akan datang, sistem penerima tanpa wayar perlulah dapat menghantar isyarat dengan prestasi yang tinggi pada kos yang rendah daripada sistem yang sebelumnya. Oleh itu senibina penerima penukaran terus direkabentuk bagi memenuhi keperluan ini.

Di sini ini akan dinyatakan perbezaan di antara penerima penukar terus dengan penerima superheterodin dari segi konsep dan operasi.

2.1.1 PENERIMA SUPERHETERODIN



Rajah 2.1: Gambarajah Blok Asas Penerima Superheterodin

Penerima Superheterodin digunakan secara meluas bagi radio dan televisyen. Ia biasanya digunakan kerana sifat kememilihan dan kepekaan yang tinggi (Zou *et al*).

Dengan merujuk kepada Rajah 2.1 di atas konsep operasi bagi penerima Superheterodin akan dijelaskan.

Isyarat RF yang diterima akan melalui penuras lulus jalur yang pertama (BPF1) bagi mengeluarkan isyarat di luar jalur dan kemudiannya akan dikuatkan oleh penguat hingar rendah (LNA). Kemudian penuras lulus jalur yang kedua (BPF2) pada keluaran LNA akan membuat penurasan sekali lagi bagi melemahkan isyarat yang tidak dikehendaki pada frekuensi imej. Kemudian isyarat yang terhasil ditukar kepada frekuensi perantaraan (IF) oleh pencampur penukarturun dan pengayun tempatan. Frekuensi perantaraan mestilah tinggi supaya saluran imej terletak pada jalur henti bagi

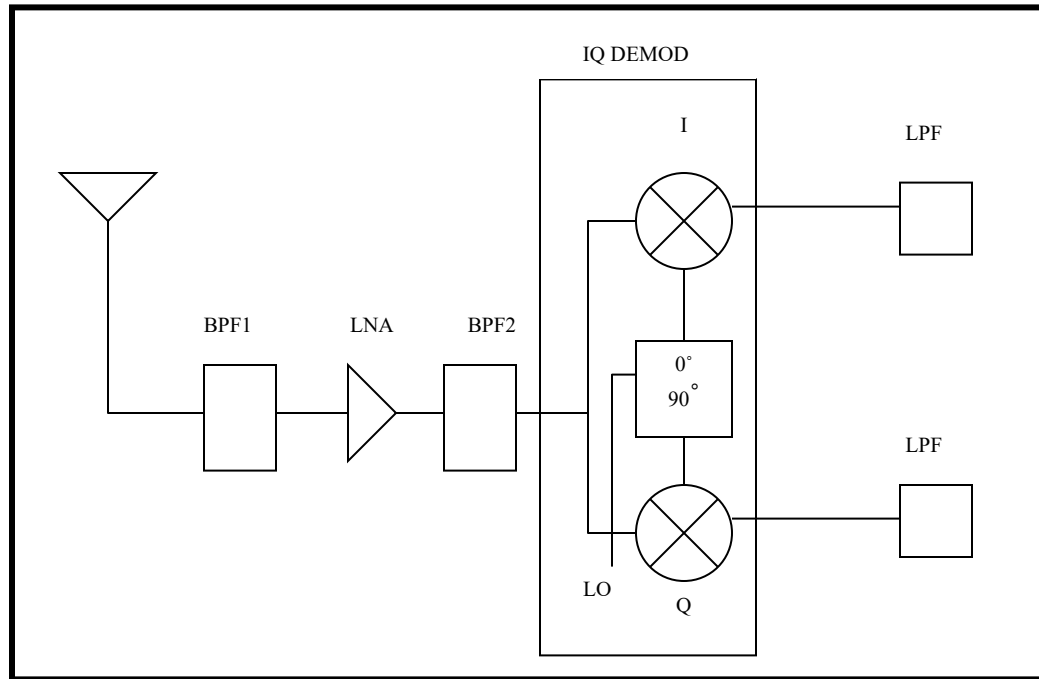
penuras. Pada keluaran pencampur saluran yang dikehendaki kebiasaanya berada pada tengah-tengah saluran penuras pilihan frekuensi perantara (IF) yang digunakan untuk menyingkirkan saluran yang tidak dikehendaki. Selepas melalui penuras pilihan saluran frekuensi perantara (IF), saluran yang dikehendaki dikuatkan oleh penguat gandaan boleh ubah (VGA) dan kemudiannya akan memasuki bahagian penyahmodulatan IQ dimana ia akan dicampur bersama frekuensi pengayun tempatan dan akan melalui pemprosesan isyarat yang seterusnya.

Penerima Superheterodin kebiasaannya digunakan kerana nisbah kememilihan yang tinggi dan kepekaannya. Saluran pemilihan akan dilaksanakan dengan penurasan pasif melalui satu peringkat atau lebih pada frekuensi perantaraan (IF) di antara frekuensi pembawa radio frekuensi dan pada peringkat jalur dasar.

Penerima Superheterodin mempunyai banyak kebaikan seperti dapat mengurangkan isyarat daripada sumber frekuensi yg amat tinggi di mana kebiasaan komponen tidak dapat berfungsi contohnya seperti pada penerima radar dan membenarkan banyak komponen beroperasi pada frekuensi yang ditetapkan (bahagian frekuensi perantara).

Keburukan yang ketara bagi senibina penerima Superheterodin adalah kos yang agak tinggi dan penggunaan kuasa yang tinggi. Kebiasaannya kos yang tinggi adalah disebabkan oleh penuras frekuensi perantara dan penuras frekuensi radio. Ia juga menyebabkan penggunaan ruang yang luas pada papan litar. Penggunaan kuasa yang tinggi pula berpunca daripada kehilangan pada penuras luaran di mana perlu digantikan oleh bahagian penguatan.

2.1.2 PENERIMA PENUKARAN TERUS



Rajah 2.2 : Gambarajah Blok Sistem Penerima Penukaran Terus

Penerima penukaran terus atau dikenali juga sebagai *Zero IF* ialah senibina penerima tanpa wayar yang menggantikan senibina penerima Superheterodin. Penerima penukaran terus adalah kurang kompleks dibandingkan dengan penerima Superheterodin. Ia akan menghapuskan penggunaan penuras yang mahal pada frekuensi radio dan pada frekuensi perantaraan bagi pemilihan saluran. Dalam penerima penukaran terus, satu osilator digunakan dan penurasan dilakukan pada jalur dasar samada dalam teknologi analog atau digital. Satu perkara yang paling penting dalam merekabentuk penerima jenis ini ialah pengayun tempatan beroperasi pada frekuensi yang sama dengan pembawa radio frekuensi.

Berdasarkan Rajah 2.2, konsep operasi bagi penerima penukaran terus dijelaskan. Isyarat yang diterima dituras oleh penuras lulus jalur (BPF1) frekuensi radio. Kemudian isyarat akan dikuatkan oleh penguat hingar rendah (LNA) dan keluarannya akan memasuki penuras lulus jalur frekuensi radio yang kedua tetapi penggunaan penuras ini

adalah kurang penting jika dibandingkan dengan penuras lulus jalur frekuensi radio yang pertama kerana di sini tiada saluran imej. Isyarat frekuensi radio kemudiannya disalurkan secara terus kepada isyarat jalur dasar tanpa melalui bahagian frekuensi perantaraan. Di sini pencampur akan mencampurkan isyarat frekuensi radio dan frekuensi pengayun tempatan pada frekuensi yang sama dalam bahagian penyahmodulat IQ. Akhirnya penuras laluan rendah digunakan untuk pemilihan saluran.

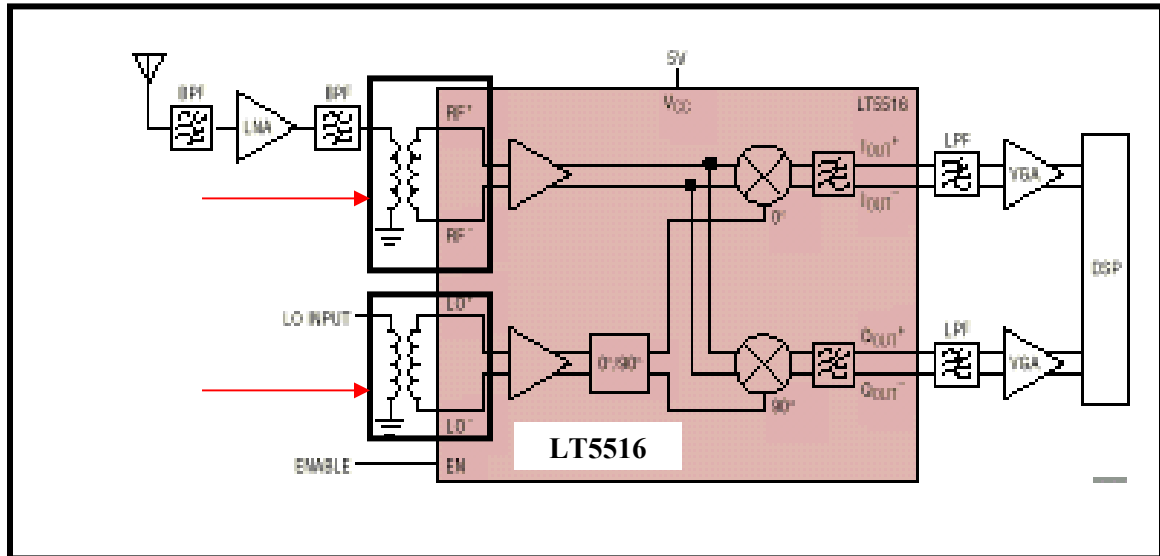
Di antara kebaikan penerima penukaran terus adalah mengurangkan jumlah komponen dalam litar, ruang bagi papan litar dapat dikecilkan, kos yang rendah dan boleh direkabentuk untuk operasi jalur dasar, dimana ia membenarkan aplikasi pelbagai jalur.

Terdapat juga beberapa keburukan bagi penerima penukaran terus ini seperti DC offset, hingar, kepekaan terhadap herotan tertib genap, dengung, julat dinamik yang rendah dan juga kuasa keluaran yang rendah.

BAB 3

PENERANGAN LITAR PROJEK

3.1 LITAR BAGI PROJEK



Rajah 3.1 : Gambarajah binaan penerima penukaran terus menggunakan LT5516

Rajah 3.1 di atas menunjukkan binaan litar penerima penukaran terus menggunakan litar bersepadu LT5516 yang merupakan penyahmodulat IQ.

Senibina sistem penerima penukaran terus ini terdiri daripada antenna, penuras lulus jalur, penguat hingar rendah, pengubah, litar bersepadu penyahmodulat IQ model LT5516, penuras laluan rendah dan penguat voltan yang disambung pada pemproses isyarat digital.

Dalam rekabentuk sistem penerima yang dilaksanakan, pengubah

(ditunjukkan oleh anak panah dalam Rajah 3.1) yang digunakan bagi masukan isyarat frekuensi radio dan frekuensi pengayun tempatan telah digantikan dengan balun yang terdiri daripada litar L-C diskret.

Keluaran I dan Q disambungkan kepada penuras laluan rendah iaitu penuras pemilihan saluran.

Berikut akan diterangkan fungsi-fungsi dan binaan di dalam sistem penerima penukaran terus.

3.1.1 PENURAS LULUS JALUR

Penuras lulus jalur menggunakan komponen LC iaitu induktor dan kapasitor adalah digunakan dalam aplikasi frekuensi radio. Penuras ini membenarkan satu kumpulan frekuensi, $\omega_1 < \omega < \omega_2$ melepasi penuras manakala frekuensi yang berada pada jalur henti penuras lulus jalur akan disingkirkan (Sadiku, 2000).

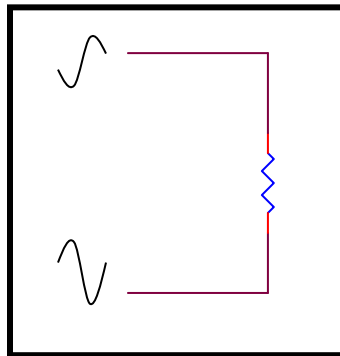
3.1.2 PENGUAT HINGAR RENDAH

Penguat hingar rendah adalah blok paling hadapan di dalam sistem penerima. Ia menjadi penentu kepada hingar sistem penerima. Kebiasaannya penguat hingar rendah terdiri daripada tiga peringkat (Groll *et al*, 1987). Peringkat pertama adalah sebagai pemacu kepada angka hingar sementara peringkat kedua dan ketiga memberikan gandaan yang diperlukan dengan angka hingar yang berpatutan.

3.1.3 BALUN

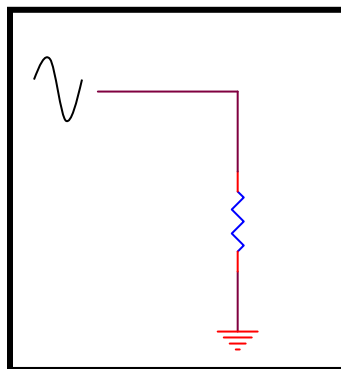
Balun digunakan untuk menukar isyarat di antara mod seimbang dan tidak seimbang.

Pada masukan atau keluaran seimbang terdiri daripada dua konduktor selari dengan dua talian masukan, satu dengan isyarat 0° dan talian yang satu lagi mempunyai isyarat amplitud yang sama tetapi yang mempunyai beza fasa sebanyak 180° dengan setiap talian mempunyai arus mengalir yang sama tetapi berlawanan arah.



Rajah 3.2 : Masukan seimbang

Keluaran tak seimbang mempunyai satu konduktor untuk arus dengan konduktor kedua ke bumi.



Rajah 3.3 : Masukan tak seimbang

3.1.4 PENURAS LALUAN RENDAH

Penuras laluan rendah yang digunakan dalam aplikasi frekuensi radio biasanya direkabentuk menggunakan induktor dan kapasitor. Ianya digunakan untuk menuras isyarat yang tidak dikehendaki yang mungkin hadir dalam jalur di atas jalur lurus yang dikehendaki. Penuras jenis ini hanya menerima isyarat di bawah frekuensi potong (Sadiku *et al*, 2000).

3.1.5 LT5516

Litar bersepadu LT5516 merupakan penyahmodulat IQ yang digunakan dalam projek ini. Litar bersepadu ini dikeluarkan oleh Linear Technology. Ia ditawarkan dalam 4mm x 4mm pakej QFN yang mempunyai 16 pad.

I dan Q boleh digambarkan dalam koordinat X-Y sebagai magnitud bagi vektor X dan Y dalam radio digital. X digantikan dengan I (*In-Phase*) dan Y digantikan dengan Q (*Quadrature- Phase*). Penyahmodulat IQ mengandungi pemisah 90°, dua pencampur dan penggabung/pemisah. Bagi penyahmodulat IQ isyarat RF digunakan pada hybrid 0° dan isyarat keluaran I dan Q adalah dinyahkod.

LT5516 merupakan penyahmodulat kuadratur penukaran terus yang beroperasi dalam julat 800MHz sehingga 1.5GHz. Ia diaplikasikan pada penerima dengan kelinearan yang tinggi termasuklah bagi semua jenis infrastruktur tanpa wayar contohnya tapak stesen bagi GSM, CDMA, WCDMA dan sistem perhubungan bergerak.. ia juga diaplikasikan pada infrastruktur selular dan dalam mikrogelombang dan rangkaian satelit dimana ia menukar isyarat RF secara terus kepada jalur dasar komponen *In-phase (I)* dan *Quadrature-phase (Q)* .LT5516 ini menghapuskan penggunaan bahagian frekuensi perantaraan (IF), pengayun tempatan dan penurasan yang berkaitan Ia sesuai digunakan bagi komunikasi penerima dimana isyarat frekuensi radio (RF) atau isyarat frekuensi

perantara (IF) adalah ditukarkan secara terus kepada isyarat jalur dasar I dan Q dengan lebar jalur sehingga 260MHz.

LT5516 adalah kombinasi penguat RF, dua pencampur penukarturun I dan Q dengan kelinearan yang tinggi, pengayun tempatan dengan penguat penimbal dan kepersisan ($0^\circ/90^\circ$) dan keluaran buffer dengan lebar jalur 260MHz dengan penuras jalur rendah satu kutub pada setiap keluaran I dan Q.

Konsep asas bagi LT5516 ini ialah isyarat RF dimasukkan pada masukan penguat RF dan kemudiannya dinyahmodulat ke dalam jalur dasar I/Q bersama isyarat pengayun tempatan. Isyarat pengayun tempatan kuadratur dijanakan dengan ketepatan pengajak fasa sebanyak 90° . Isyarat nyahmodulat I/Q adalah dituras pada laluan rendah dengan kejatuhan -3dB dengan lebar jalur 260MHz. Keluaran kebezaan pada saluran I dan Q adalah sepadan dalam amplitud tetapi fasanya berbeza sebanyak 90° .

Masukan kebezaan pada RF dan pengayun tempatan adalah untuk meminimalkan suaplatu pengayun tempatan ke masukan RF dan untuk memaksimumkan gandaan. Dalam projek ini balun digunakan untuk masukan tunggal ke penukaran kebezaan bagi menghasilkan bentuk gelombang stabil pada masukan RF^+ dan RF^- dan juga pada masukan LO^+ dan LO^- .

Konsep, binaan dan prestasi serta kelakuan bagi LT5516 ini dapat dirujuk pada Lampiran A.

BAB 4

PELAKSANAAN PROJEK

4.1 METODOLOGI

Perjalanan projek ini melalui beberapa peringkat bermula daripada proses rekabentuk, proses penyambungan komponen-komponen dan analisis bagi litar yang direkabentuk. Peringkat-peringkat penghasilan sistem penerima penukaran terus akan diterangkan di sini.

Peringkat pertama adalah proses rekabentuk balun jalur sempit menggunakan litar L-C diskret bagi masukan RF dan frekuensi pengayun tempatan. Nilai induktor, L dan nilai kapasitor, C dikira menggunakan rumus matematik.

Induktor yang digunakan dalam rekabentuk balun jalur sempit adalah induktor teras udara. Oleh itu pengiraan bagi mendapatkan nilai-nilai parameter yang dikehendaki menggunakan persamaan matematik. Induktor teras udara ini dihasilkan menggunakan wayar kuprum berdiameter 0.8mm.

Peringkat seterusnya adalah rekabentuk papan litar bercetak bagi litar ujian Penyahmodulat IQ, LT5516. Rekabentuk papan litar bercetak adalah menggunakan perisian *Orcad Capture Release 9.1*. Litar skematik bagi litar ujian ini dilukis pada bahagian *Capture CIS*. Kemudian bentangan bagi litar ujian dilaksanakan pada bahagian *Layout Plus*.

Setelah bentangan bagi litar ujian ini direkabentuk, maka proses penghasilan papan litar bercetak dijalankan di makmal PCB. Proses-proses utama penghasilan papan litar bercetak adalah penghasilan percetakan layout pada transparensi, penyediaan papan

litar , pembersihan papan litar , pemanasan papan litar, *laminating* ,perletakan kuprum di atas papan litar , pendedahan papan litar kepada cahaya ultraungu , *etching* , pembersihan papan litar , dan akhir sekali adalah proses pengeringan.

Kotak aluminium direkabentuk bagi melindungi litar daripada hingar atau gangguan luaran.

Peringkat kelima adalah proses pematerian komponen-komponen di atas papan litar bercetak yang direkabentuk.Walau bagaimanapun peringkat ini gagal disempurnakan kerana litar bersepadu LT5516 tidak dapat dipateri pada papan litar bercetak kerana saiz yang sangat kecil untuk proses pematerian menyebabkan pad litar bersepadu LT5516 bertangkup.

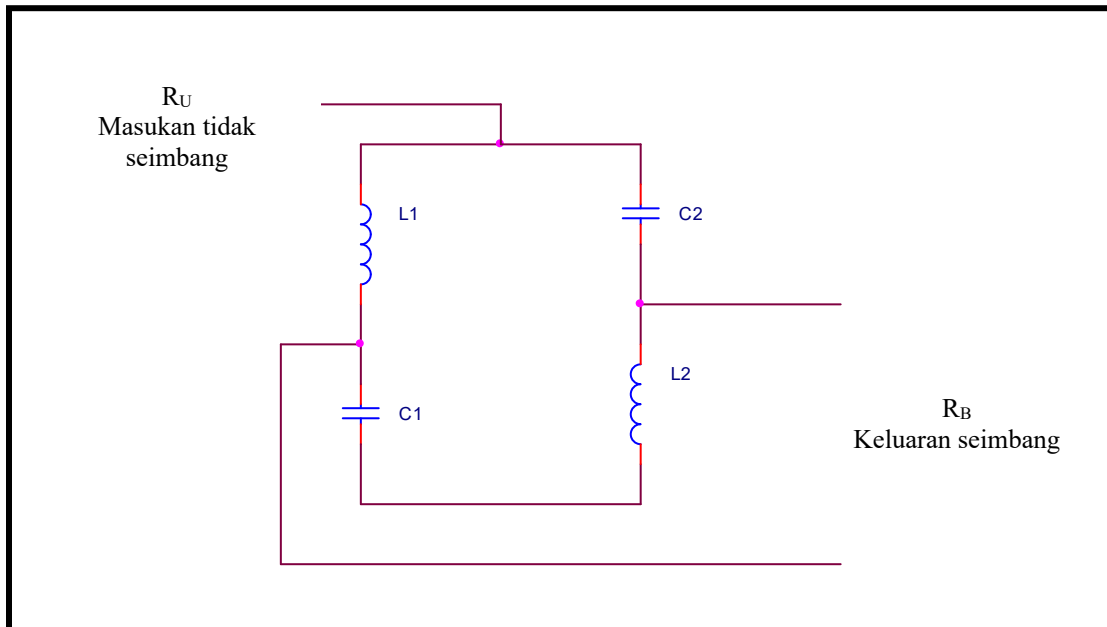
Projek terpaksa dihentikan pada peringkat ini sahaja kerana litar tidak dapat diuji dan dianalisis kerana kegagalan menyambung litar bersepadu LT5516 di atas papan litar bercetak.

Walaupun bagaimanapun pengiraan untuk mendapatkan nilai-nilai induktor dan kapasitor bagi dua jenis penuras iaitu penuras laluan rendah dan penuras lulus jalur dilakukan tetapi rekabentuk penuras ini tidak dapat dilaksanakan kerana proses pengujian litar tidak berjaya.

4.2 PROSES REKABENTUK

4.2.1 BALUN

Balun yang direkabentuk adalah jenis balun jalur sempit tergumpal. Balun ini sesuai digunakan untuk VHF dan frekuensi kurang dari VHF. Balun ini sesuai digunakan bagi litar ujian LT5516 kerana frekuensi yang digunakan adalah 900MHz. Struktur bagi balun jalur sempit ini ditunjukkan dalam Rajah 4.1 di bawah.



Rajah 4.1: Struktur balun jalur sempit tergumpal

Bagi mengira nilai-nilai induktor dan kapasitor rumus-rumus di bawah digunakan (Sayre,2001).

$$L_1 = \sqrt{\frac{R_U R_B}{6.28 f}} \quad (4.1)$$

$$L_2 = L_1 \quad (4.2)$$

$$C_1 = \frac{1}{(6.28 f) \sqrt{R_U R_B}} \quad (4.3)$$

$$C_2 = C_1 \quad (4.4)$$

di mana :

R_U adalah sumber tidak seimbang atau rintangan beban dalam ohms

R_B adalah sumber seimbang atau rintangan beban dalam ohms

f adalah frekuensi tengah dalam Hz

L adalah nilai induktor dalam μH

C adalah nilai kapasitor dalam pF

Pengiraan:

1) Balun bagi masukan Frekuensi Radio

Bagi mendapatkan nilai R_B , data daripada *Table 1* pada helaian data LT5516 pada lampiran A digunakan.

Dalam rekabentuk balun yang dibina frekuensi yang digunakan adalah 900MHz. Daripada *Table 1* dalam helaian data menunjukkan impedan masukan kebezaan pada frekuensi 900MHz adalah :

$$Z = 239.9 - j181.8\Omega$$

$$\text{Magnitud} = 0.766$$

$$\text{Sudut} = -18.3^\circ$$

Persamaan asas bagi impedan adalah (Sadiku et al,2000) :

$$Z = R \pm jX \quad (4.5)$$

di mana:

R =nyata

X =khayalan

Persamaan menunjukkan bahawa impedan adalah berkemuatan kerana nilai X adalah negatif dimana arus mendahului voltan.

Bagi mendapatkan nilai R_B impedan ditukar kepada persamaan modulus iaitu:

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2} \quad (4.6)$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{X}{R} \quad (4.7)$$

Jadi daripada persamaan (4.7) :

$$R = |Z| \cos \theta \quad (4.8)$$

$$X = |Z| \sin \theta \quad (4.9)$$

Oleh itu nilai R_B dapat dikira menggunakan persamaan

$$R_B = |Z| \cos \theta \quad (4.10)$$

$$R_B = 0.766 \cos(-18.3^\circ)$$

$$\underline{R_B = 0.7273\Omega}$$

Oleh itu nilai-nilai bagi induktor dan kapasitor dapat dikira menggunakan persamaan (4.1),(4.2),(4.3) dan (4.4) dengan menggunakan nilai

$$R_V = 50\Omega$$

$$R_B = 0.7273\Omega$$

$$f = 900MHz$$

Daripada persamaan (4.1) :

$$L_1 = \sqrt{\frac{50 \times 0.7273}{6.28 \times 900 \times 10^6}}$$

$$\underline{L_1 = 80.21\mu H}$$

Daripada persamaan (4.2) :

$$\underline{L_2 = L_1 = 80.21\mu H}$$

Daripada persamaan (4.3) :

$$C_1 = \frac{1}{(6.28 \times 900 \times 10^6) \sqrt{50 \times 0.7273}}$$
$$\underline{C_1 = 29.34 pF}$$

Daripada persamaan (4.4) :

$$\underline{C_2 = C_1 = 29.34 pF}$$

2) Balun bagi masukan Frekuensi Pengayun Tempatan

Bagi mendapatkan nilai R_B data daripada *Table 2* daripada helaian data LT5516 pada lampiran A digunakan.

Dalam rekabentuk balun yang dibina frekuensi yang digunakan adalah 900MHz. Daripada *Table 2* dalam helaian data menunjukkan impedan masukan kebezaan pada frekuensi 900MHz adalah :

$$Z = 128.5 - j66.7\Omega$$

$$\text{Magnitud} = 0.517$$

$$\text{Sudut} = -25.4^\circ$$

Bagi mendapatkan nilai R_B persamaan (4.10) digunakan

Daripada persamaan (4.10) :

$$R_B = 0.517 \cos(-25.4^\circ)$$

$$\underline{R_B = 0.467\Omega}$$

Oleh itu nilai-nilai bagi induktor dan kapasitor dapat dikira menggunakan persamaan (4.1),(4.2),(4.3),(4.4) dengan menggunakan nilai :

$$R_U = 50\Omega$$

$$R_B = 0.467\Omega$$

$$f = 900\text{MHz}$$

Daripada persamaan (4.1) :

$$L_1 = \sqrt{\frac{50 \times 0.467}{6.28 \times 900 \times 10^6}}$$
$$\underline{L_1 = 64.28 \mu H}$$

Daripada persamaan (4.2) :

$$\underline{L_2 = L_1 = 64.28 \mu H}$$

Daripada persamaan (4.3) :

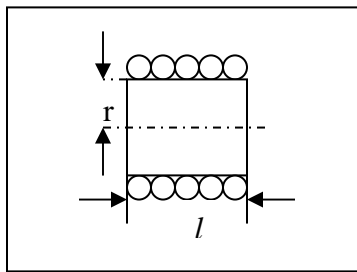
$$C_1 = \frac{1}{(6.28 \times 900 \times 10^6) \sqrt{50 \times 0.467}}$$
$$\underline{C_1 = 36.62 pF}$$

Daripada persamaan (4.4) :

$$\underline{C_2 = C_1 = 36.62 pF}$$

4.2.2 INDUKTOR TERAS UDARA

Induktor bagi balun yang direkabentuk menggunakan induktor teras udara. Induktor ini boleh dibina dengan menggunakan wayar yang dibelitkan pada teras silinder contohnya paku. Keratan rentas bagi induktor teras udara seperti ditunjukkan dalam rajah



Rajah 4.2 : Keratan Rentas Gegeleung Induktor Teras Udara

Nilai induktor boleh ditentukan dengan menggunakan persamaan seperti di bawah (Kaufman et al,1979) :

$$L(\mu H) = \frac{0.394r^2N^2}{9r + 10l} \quad (4.11)$$

di mana :

L adalah nilai induktor dalam μH

N adalah bilangan pusingan

l adalah panjang gegelung dalam millimeter

r adalah jejari gegelung dalam milimeter