

**REKABENTUK PENYALUN DILEKTRIK 10 GHZ YANG
MEMPUNYAI AYUNAN PENIMBAL**

Oleh

Wan Mohd Afindi Bin Wan Abdullah

Disertasi ini dikemukakan kepada

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat keperluan

Untuk ijazah dengan kepujian

SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN ELEKTRONIK)

Pusat Pengajian Kejuruteraan

Elektrik dan Elektronik

Universiti Sains Malaysia

Mac 2005

ABSTRAK

Projek ini adalah untuk merekabentuk satu pengayun dielektrik bersalun beroperasi pada frekuensi 10 GHz. Bagi menghasilkan pengayun ini, satu penyalun dielektrik disambungkan kepada satu penguat untuk menghasilkan satu gelung suap-balik positif. Dalam mereka bentuk litar pengayun ini, satu litar pengayun dibangunkan dan telah diuji untuk mengenalpasti samada litar itu berayun atau tidak.

Litar penguat telah direkabentuk dan nilai gandaan (Gain) telah disetkan melebihi sifar untuk mengenalpasti litar mengeluarkan hasil yang diinginkan.

Kedua-dua litar ini digabungkan bagi penghasilan suatu pengayun. Litar ini diuji sekali lagi bagi memastikan nilai gandaan (Gain) yang diperolehi memenuhi spesifikasi yang dikehendaki

Dalam mereka bentuk bentangan litar, dua papan litar telah dibina untuk menguji 'puck' yang digunakan. Papan litar pertama hanya menggunakan fabrikasi satu dan papan litar kedua menggunakan fabrikasi dua jalur. Papan litar ini disambung dengan 'Network Analyser' bagi mentafsirkan tindakbalas frekuensi yang dikeluarkan oleh 'puck' itu.

ABSTRACT

This project is to design a dielectric resonator oscillator at frequency of 10 GHz. To make this oscillator, a dielectric resonator is connected to an amplifier to create a positive loop feedback. In the design of this oscillator, an oscillator circuit was developed and tested to determine whether the circuit oscillates or not.

The amplifier circuit also has been designed and the gain was set to be greater than zero in order to ensure the circuit will have the desired output.

Both of these circuits were combined to create an oscillator. The circuit was tested again to ensure that the value of Gain from the circuit satisfied the specification and need.

In designing the circuit layout, two circuit boards have been developed to test the puck that is being used. The first circuit board is using only one line fabrication and the second circuit board is using two lines fabrication. This circuit board was connected to the network analyzer to measure the frequency response of the puck.

PENGHARGAAN

Terima kasih yang tak terhingga saya ucapkan kepada individu-individu yang terlibat dan memberikan begitu banyak sumbangan sepanjang tempoh projek ini dijalankan. Pertama sekali buat Dr. Yusuf Bin Mashur sebagai penyelaras projek pelajar Tahun Akhir sidang 2004/2005. Penghargaan ini terutamanya ditujukan kepada Dr. Fadzil Ain yang telah memberikan banyak bimbingan, tunjuk ajar dan idea dalam merekabentuk suatu litar pengayun.

Tidak lupa juga kepada jurutektik-juruteknik yang banyak memberikan bantuan dari segi teknikal. Juga kepada rakan-rakan yang banyak memberikan sokongan dari segi teknikal, bimbingan dan dorongan. Tidak lupa kepada staf-staf Pusat Pengajian Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik yang sentiasa bersedia menghulurkan bantuan.

Akhir sekali buat keluarga tersayang yang banyak memberikan sokongan moral dan kekuatan untuk terus berusaha. Dengan doa dari hati yang ikhlas semoga mereka sentiasa bahagia dan dimurahkan rezeki.

Dengan Ingatan Tulus Ikhlas,

.....

Wan Mohd Afindi Bin Wan Abdullah

KANDUNGAN

	Muka Surat
ABSTRAK	ii -iii
PENGHARGAAN	iv
JADUAL ISI KANDUNGAN	v – vii
SENARAI GAMBARAJAH	viii-ix
SENARAI ISTILAH	x
BAB 1 PENGENALAN	
1.1 Pengayun	2
1.2 Objektif	2
1.3 Pelaksanaan Projek	2
1.4 Sejarah Perkembangan dielektrik	3 - 4
1.5 Panduan Laporan	4 - 5
BAB 2 JENIS – JENIS PENGAYUN	
2.1 Pengayun Pierce	6 - 7
2.2 Pengayun Collpitts	8 - 9
2.2.1 Komponen yang diperlukan	
Untuk Pengayun Collpitts	9 - 10
2.2.2 Pelarasan untuk Pengayun Collpitts	10
2.3 Pengayun Hartley	
2.3.1 Rekabentuk Pengayun Hartley	11 - 12
2.3.2 Kelebihan Pengayun Hartley	13
2.3.3 Keburukan Pengayun Hartley	13

2.4	Pengayun Hablur	13 - 14
2.4.1	Contoh praktikal bagi pengayun Hablur	14
BAB 3	PENYALUN	
3.1	Penyalun	15 - 16
3.2	Penyalun Seramik	16 - 17
3.3	Gabungan Penyalun Dalam Mikrostrip	17 - 18
BAB 4	PENGAYUN	
4.1	Pengayun	19 - 20
4.2	Pengayun Dielektrik Beresonan	20
4.3	Kajian Penggunaan Reka bentuk DRO	21 - 23
4.4	Reka bentuk Terperinci Dan Pelaksanaan Simulasi	24 - 25
4.5	Pengayun Dielektrik Beresonan Pada Nilai 10 GHz	25 - 28
BAB 5	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
5.1	Keputusan	29 - 32
5.2	Perbincangan	
5.2.1	Litar Dan Operasi Yang Terlibat	33
5.2.2	Bahagian Alat-Alat Pengiraan	34

BAB 6	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
6.1	Kesimpulan	36
6.2	Cadangan Untuk Membaiki Kelemahan	
6.2.1	Penerusan Projek	36
6.2.2	Penambahbaikan Dalam Litar	36 - 37
	RUJUKAN	38
	LAMPIRAN	

SENARAI GAMBARAJAH

- Rajah 1.2 Rajah skematik bagi Pengayun Dielektrik dalam bentuk dimensi
- Rajah 2.1 Litar skematik untuk pengayun Collppitts
- Rajah 2.2 Litar skematik pelarasan Pengayun Collppitt atau “Pengayun Clapp:”
- Rajah 2.3 Gambarajah skematik bagi pengayun Hartley
- Rajah 2.4 Gambarajah skematik bagi pengayun Hartley
- Rajah 2.5 Gambarajah skematik akhir bagi pengayun Hartley
- Rajah 2.6 Gambarajah skematik bagi pengayun kristal
- Rajah 3.1 Penyalun LC
- Rajah 3.2 Gabungan penyalun dielektrik kepada jalur mikrostrip dan gambarajah litar yang sepadan. Rintangan L disimulasikan dalam bentuk gabungan litar rintangan L-C dalam penyalun dielektrik
- Rajah 4.1 Gambar rajah blok sebuah pengayun
- Rajah 4.2 Susunan rujukan bagi penyalun dielektrik dalam DRO
- Rajah 4.3 Litar asas yang setara bagi transistor suap-balik
- Rajah 4.4 Transformer ideal untuk analisis rintangan negatif
- Rajah 4.5 Versi lab untuk litar suap-balik pengayun selari yang stabil pada nilai 10 GHz . DRO ini ditunjukkan tanpa plat atas, skru pelarasan dan kapasitor 1pF
- Rajah 4.6 Bentangan silikon DRO pada papan PTFE ($\epsilon_r= 2.45$, $h= 0.38$ mm, $t=17.5$ mm copper).
- Rajah 4.7 Litar bentangan dan skematik untuk reka bentuk semula
- Rajah 5.1 Rekabentuk litar pengayun

- Rajah 5.2 Gelombang yang terhasil daripada simulasi litar pengayun
- Rajah 5.3 Gambarajah litar pengayun yang ditambah penimbal
- Rajah 5.4 Gelombang yang diperolehi hasil daripada simulasi pengayun yang mempunyai penimbal

SENARAI ISTILAH

1. Resonator	-	Penyalun
2. Oscillator	-	Pengayun
3. Amplifier	-	Penguat
4. Buffer	-	Penimbal
5. Dielectric	-	Dielektrik
6. Feedback	-	Suap-balik
7. Gain	-	Gandaan
8. Layout	-	Bentangan
9. Capacitive	-	Berkemuatan
10. Printed Circuit Board (PCB)	-	Papan Litar Bercetak
11. Noise	-	Hingar
12. Susceptence	-	Rendaman
13. RF choke	-	Pencetak RF

BAB 1

PENGENALAN

1.1 PENGAYUN

Pengayun adalah penjana isyarat sinusoid bagi litar frekuensi radio dan mikro gelombang. Pengayun pada dasarnya adalah sebuah penguat yang sebahagian dari keluarannya disuapbalik kepada masukan melalui penyalun. Penyalun akan menentukan frekuensi ayunan sesebuah pengayun. Ia sering digunakan sebagai pengayun tempatan dalam proses untuk menular turun atau menular naik sesuatu isyarat dalam sistem komunikasi radio. Reka bentuk pengayun adalah amat penting kerana banyak faktor boleh dipengaruhi jika pengayun menghasilkan isyarat yang mempunyai hingar yang banyak.

1.2 OBJEKTIF

Tujuan projek ini adalah untuk mereka bentuk satu litar DRO dan mengujinya pada frekuensi 10GHz. Kemudian nilai-nilai s-parameter dikira dan dicatatkan selepas diadakan simulasi. Reka bentuk ini melibatkan gabungan litar penguat dan litar penyalun untuk menghasilkan satu litar pengayun. Kemudian, satu penimbal(buffer) ditambahkan untuk menghilangkan hingar yang terhasil dan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

1.3 PELAKSANAAN PROJEK

Dalam pelaksanaan projek ini, terdapat beberapa faktor dan perkara utama yang perlu diambil kira supaya projek ini dapat dijalankan dengan lancar dan sempurna.

1. Bahagian Teori

- a. Memahami cara penghasilan reka bentuk sesuatu litar
- b. Memahami cara penggunaan dan pelaksanaan litar tersebut menggunakan simulasi HPADS.
- c. Memahami fungsi-fungsi alat penguji seperti 'Network Analyzer' dan 'Spektrum Meter'.

2. Bahagian Praktikal

- a. Mereka bentuk sesuatu litar yang telah dihasilkan daripada teori dan disimulasikan dalam program HPADS.
- b. Litar yang diperoleh difabrikasikan ke atas papan litar bercetak PCB.
- c. Litar yang difabrikasi tersebut kemudian diuji untuk menentukan hasil daripada teori bersamaan dengan simulasi.
- d. Memahami penggunaan alat-alat pengujian seperti 'Network Analyzer', 'Spektrum Meter' dan alat-alat pengujian yang lain.

1.4 SEJARAH PERKEMBANGAN DIELEKTRIK

Penggunaan bahan dielektrik dalam bentuk selinder sebagai penyalun bergelombang mikro telah ditemui sejak tahun 1939 lagi. Namun , penggunaannya terpaksa ditangguhkan kerana kekurangan teknologi dan pada tahun 1970-an barulah ia digunakan sepenuhnya secara meluas.

Alat ini akan beroperasi apabila gelombang elektromagnet yang terhasil dapat dipantulkan pada lapisan sempadan antara dielektrik dan udara dalam sesuatu unsur. Dengan ini, ia akan menghasilkan tenaga yang terkumpul pada penyalun dengan serta-merta.

Biasanya, ia mengandungi campuran sebatian barium dan titanium oksida (BaTi_4O_4) dengan pemalar dielektrik, ϵ_r .

Diameter, D kepada penyalun boleh didapati sebagai anggaran pertama dari formula berikut :

$$D = \frac{c}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (1.1)$$

Dengan ;

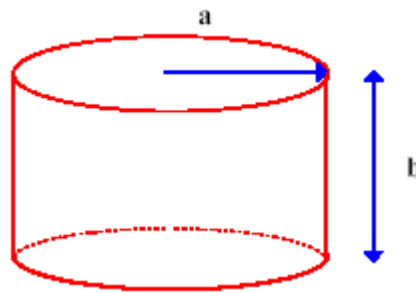
C = kelajuan cahaya

ϵ_r = pemalar dielektrik

f_r = frekuensi gemaan kepada alat salunan.

Diameter yang sesuai haruslah dipilih untuk menjadikan ayunan dapat bermula pada anggaran 200 MHz dibawah penetapan frekuensi tanpa pengubahan skru ataupun penutup.

Sepatutnya, ia akan menyebabkan keluaran f_r yang banyak dengan bantuan konfigurasi ruang (selinder berseramik di mana alat saluran diletakkan). Tetapi, nilai-nilai ini akan berlainan dari apa yang didapati apabila ayunan itu dipasang kepada laluan kepingan-kepingan mikro. Rajah skematik bagi penyalun dielektrik dalam bentuk dimensi kekunci adalah seperti di bawah. [1]



Rajah 1.2 Rajah skematik bagi Pengayun Dielektrik dalam bentuk dimensi

1.5 PANDUAN LAPORAN

Secara keseluruhannya, proses merekebentuk litar untuk menghasilkan satu pengayun yang lengkap memerlukan pemahaman yang mendalam dalam menggunakan simulasi HPADS dan penggunaan alat untuk pengujian. Kajian ilmiah telah dilakukan dan ia tertumpu pada bacaan sumber daripada buku-buku dan internet serta sedikit tunjuk ajar daripada pihak-pihak berkenaan.

Dalam Bab 2, ia menceritakan tentang penguat dan bagaimana cara nilai-nilai parameter-s dicari dan dikira. Dalam bab ini juga kita dapat mengetahui cara mencari kestabilan, galangan ciri dan sebagainya.

Bab 3 pula menceritakan serba sedikit tentang panyalun. Dalam bab ini, kita diterangkan bagaimana penyalun dihasilkan dan fungsi-fungsinya. Di dalam bab ini juga. Penyalun dielektrik diterangkan serba sedikit.

Manakala dalam Bab 4 pula, terdapat penerangan mengenai pengayun, bagaimana ia dihasilkan dan fungsi-fungsinya . Di sini kita diterangkan mengenai jenis pengayun yang akan digunakan.

Keputusan dan perbincangan daripada projek ini juga turut dimuatkan dan permasalahan yang dihadapi sepanjang melaksanakan projek ini turut disentuh di dalam Bab 5 . Bab 6 pula akan membincangkan mengenai kesimpulan yang dapat diambil daripada projek ini dan beberapa cadangan turut dimuatkan untuk memperbaiki projek ini dimasa akan datang.

BAB 2

JENIS – JENIS PENGAYUN

2.1 PENGAYUN PIERCE

Dalam banyak contoh, pengayun Pierce adalah salah satu pengayun yang selalu digunakan, jenis ayunan IC bagi pengayun ini mungkin sesuai. Ia adalah alat yang mampu berfungsi secara bebas dan bertukar kepada alat yang kompleks. Konfigurasi ini menggunakan alat penukaran mudah untuk menghasilkan sudut 180 darjah daripada fasa perubahan dengan penambahan 180 darjah diberikan oleh 2 'pie' kapasitor. Gegendang kenaikan di optimalkan melalui pencarian nilai keluaran kapasitan yang rendah berbanding masukan.

Penyalun selari kristal dengan kombinasi kapasitor yang bersiri sebagai beban dan operasi corak pelarasan lampauan boleh diselesaikan oleh penyatuan mod perangkap pada penamat depan. Perangkapnya ini sepatutnya diselaraskan arah pertengahan antara frekuensi lampauan yang dikehendaki dan produsornya.

Penghalang yang menghubungkan masukan dan keluaran daripada litar akan menambahkan penglinearan kepada hadnya dan amplifikasinya akan diubah. Ia juga boleh digunakan untuk pencarian corak lampauan ketiga dan menghalang keperluan ini menuju ke mod perangkap.

Bentuk paling senang bagi menggambarkan rekacipta IC bagi pengayun pierce ini ialah jenis transistor ayunan dengan memberikan sudut 180 darjah daripada fasa perubahan dan terbalikkan 180 darjah oleh kapasitor 'pie' dan kristal. Dengan rekabentuk penguat yang menggunakan undang-undang

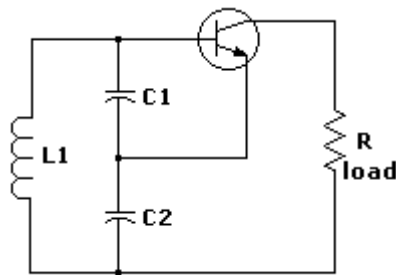
konvensional untuk masukan dan impedans keluaran. Transistor berdasarkan jenis Pierce ini selalu digunakan secara prima dalam konfigurasi pemancar biasa, ia lebih sesuai untuk medium memandu kepada bebanan impedan tinggi. Kebanyakannya di gunakan pada frekuensi diatas 10 Mhz sebagai panduan. Kristalnya biasanya cukup tinggi dan peningkatan voltan yang boleh diubah memberikan sinusoid masukan pada amplitud yang dibanggakan. Ciri-ciri ini boleh memberikan kelebihan untuk aplikasi frekuensi yang tinggi, dengan nilai kuasa yang lebih baik yang wujud untuk pemanduan mod-mod impedans corak lampauan yang tinggi. Lebihan pemanduan akan menyebabkan kemampuan yang tidak dijangkakan dalam kristal.

Faktor negatif dalam konfigurasi ini adalah transistor berdasarkan kutipan kapasitan $3/4$, dimana ia boleh menjadi tinggi jika tidak dijaga didalam transistor pincang $3/4$ gelung secara selari dengan kristal. Gegelung peningkatan menurun dengan tenaga dibahagikan melalui kapasitan ini dan penguat utk kadar penghantaran data adalah berubah, pemilihan mod sepatutnya yang lebih kompleks.

2.2. PENGAYUN COLLPITTS

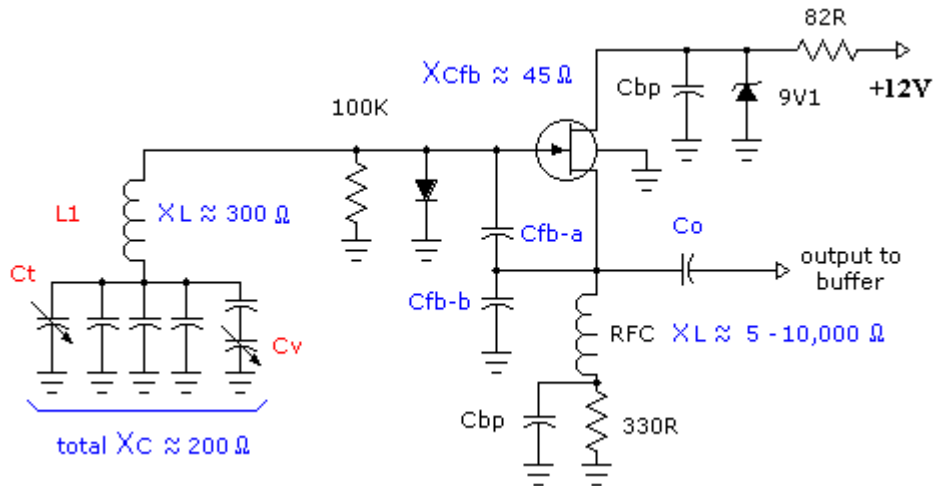
Pengayun collpitts merupakan sesuatu litar yang hampir menyamai litar selari "Fed Hartley" tetapi pengayun Colpitts digunakan sebagai penganti menggunakan matlumat induktor bagi dua kapasitor sesiri dalam litar LC. Dengan pengayun Collpitts ini, sambungan antara dua kapasitor digunakan sebagai matlumat penting untuk litar tersebut.

Litar asas bagi pengayun Collpitts adalah seperti rajah 2.1 dibawah dan ia akan kelihatan sama seperti pengayun Hartley.



Rajah 2.1 Litar skematik untuk pengayun Collppitts

Kebarangkalian untuk pengayun Collpitts ringkas ini untuk dibangunkan dan digunakan dalam versi "harmoni siri" hendaklah dirujuk kepada "pengayun Clapp". Hal ini berlaku kerana tiada beban dalam induktor pada keputusan pada litar "Q yang tinggi" menggunakan perimbangan L/C dan sudah tentu pengiraan bagi arusnya adalah lebih rendah. Pengurangan ini tak stabil. Oleh kerana induktor yang besar diperlukan, induktor yang menyimpang tiada untuk memberikan kesan yang lebih sebagai kebarangkalian dalam litar lain.



Rajah 2.2 Litar skematik pelarasan Pengayun Collpitt atau “Pengayun Clapp:”

Rekabentuk yang lebih baik untuk frekuensi yang spesifik bagi pengayun Collpitts ini lebih baik ditunjukkan dalam bentuk skematik rajah 2.2 diatas di mana skala "impedan" mungkin untuk sebarang frekuensi. penukaran yang ringkas dicadangkan untuk reaktan berbalik kepada induktor yang diperlukan dan kapasitan yang lebih diberikan perhatian.

2.2.1 Komponen yang diperlukan untuk pengayun Collpitts

Induktor bagi pengayun Collpitts kebiasaanya adalah dalam lingkungan 250-300 Ohm dan "jaring" kemampuan reaktan adalah dalam lingkungan tersebut. Suap balik kapasitor c_{fb} bagi kedua-dua kawasan "a" dan "b" mempunyai 45 ohm mendahului untuk nilai yang sangat besar dimana ia dapat menolong dalam menghilangkan kesan kemampuan apabila transisitor digunakan.

Jumlah kemampuan reaktan untuk gabungan selari untuk kapasitor digambarkan dibawah pelarasan induktor sesiri bagi pelarasan Pengayun Collpitts atau "Pengayun Clap" kerana memberikan jumlah reaktan antara 200 ohm. Tidak semua kapasitor boleh digunakan dalam aplikasi ini.

2.2.1 Pelarasan untuk pengayun Collpitts

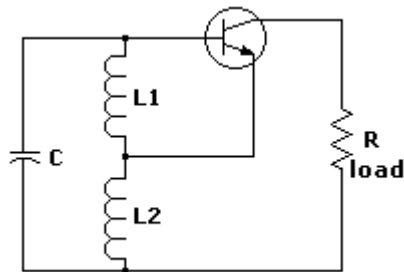
Langkah yang paling baik untuk mendapatkan nilai yang sesuai untuk pelarasan pengayun Colpitts diberikan dalam contoh praktikal. Pertimbangkan pembinaan pengayun yang mana bahagian pelarasannya untuk gabungan radio 40M biasa adalah 7.0 - 7.2 MHz. Oleh itu, frekuensi perimbangan untuk 1.02857 diperlukan untuk mod kemampuan berbeza sebanyak 1.058.

Menggunakan induktor 300 Ohm pada nilai 7 MHz untuk pengayun Collpitts atau Clapp memberikan nilai diantara 6.8 uH. setiap c_{fb} pada 45 ohm bekerja pada nilai 500 pF. Oleh itu, kita harus mencubanya pada nilai 470 pF. Menggunakan induktor pada 6.8 uH memberikan nilai kemampuan 76pF untuk salunan pada 7.0 MHz. pada 7.2 MHz. Nilai ini harus diturunkan kepada 7.186 untuk memberikan nilai perbezaan yang lebih kecil.

2.3 PENGAYUN HARTLEY

Pengayun Hartley adalah gabungan induktor. Nilai-nilai frekuensi bagi pengayun ini berubah apabila pengayun ini berada dalam bentuk sesiri atau selari. Litar pengayun ini mempunyai kelebihan iaitu ia mempunyai satu induktor 'tapped' dan satu pelarasan kapasitor. Perubahan ini menyebabkan terbentuknya litar pengayun Hartley.

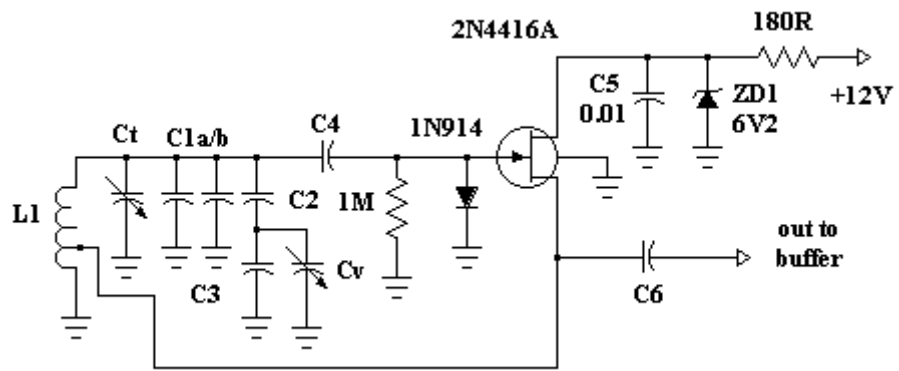
Rajah 2.3 dibawah ini merupakan litar skematik bagi pengayun Hartley.



Rajah 2.3 Gambarajah skematik bagi pengayun Hartley

2.3.1 Rekebentuk pengayun Hartley

Gambarajah 2.4 dibawah merupakan rekebentuk litar pengayun Hartley dengan aras penimbal dan aras penguat dimana ia akan berubah pada voltan $5V_{p/p}$ melalui beban 50 ohm. Pada setiap tingkat yang sepatutnya ini, kita akan bincangkan cara merekabentuknya. Hal ini kerana ia akan menurun dengan disokong oleh FET dan ia sudah cukup untuk menaruh kepercayaan padanya.



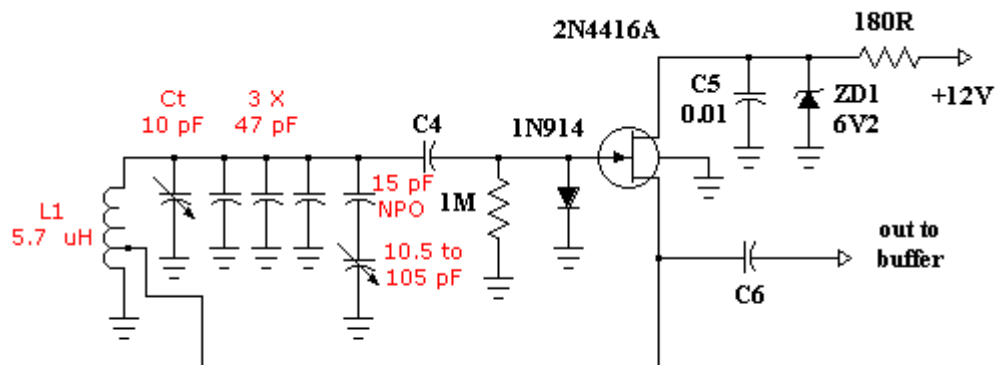
Rajah 2.4 Gambarajah skematik bagi pengayun Hartley

Bagi rekabentuk ini, ia direkabentuk menggunakan VCO dan beroperasi pada 5000 – 5100 KHz.

FET 2N4416A dipilih kerana ia akan memberikan kesan yang lebih baik. FET 2N4416A ini adalah logam dan ia dibumikan.

Frekuensi yang ditetapkan adalah L1, Ct (normal pada 10pF), C1a, C1b, C2, C3, Cv dan C4.

Rajah 2.5 dibawah ini adalah gambarah penuh bagi rekabentuk ini.



Rajah 2.5 Gambarajah skematik akhir bagi pengayun Hartley

2.3.2 Kelebihan pengayun Hartley

Frekuensi yang digunakan adalah mudah berubah dengan jaring nilai C dalam litar. Amplitud keluarannya juga stabil apabila sudah julat frekuensi yang ditetapkan. Suap balik untuk L1 hingga L2 ditunjukkan pada rajah 2.5 adalah stabil.

2.3.3 Keburukan pengayun Hartley

Keluarannya pada harmonik kandungannya sangat berharga dan ia tidak sesuai jika gelombang sinus dimasukkan.

2.4 PENGAYUN HABLUR

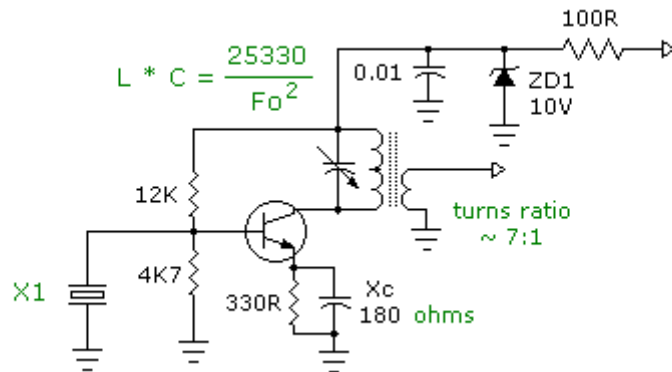
Pengayun Hablur merupakan pengayun di mana frekuensi utamanya merupakan elemen 'Hablur quatz'. Oleh kerana ciri-ciri pada hablur quatz ini tidak dapat dipisahkan, ia akan menyebabkan ketelitian pada hujung setabilan frekuensi. Ganti rugi suhu akan digunakan pada pengayun hablur ini untuk meningkatkan kestabilannya.

Pengayun hablur kebiasaanya akan menghadkan ayunan frekuensi dimana kestabilan dan ketelitian adalah perkara pertama yang diambil berat. Sebagai contoh, adalah mustahil untuk sesuatu rebaentuk itu stabil dan teliti

bagi pengayun LC untuk HF yang dipertingkatkan dan frekuensi yang tinggi tanpa melindungi kawalannya.

2.4.1 Contoh praktikal bagi pengayun hablur

Ini adalah beberapa contoh bagi pengayun hablur yang mana ia digunakan sebagai pengubah. Sesetengah matlumat mengenai pengayun ini ditunjukkan dalam rajah 2.6 dibawah.



Rajah 2.6 Gambarajah skematik bagi pengayun hablur

Transistor ini boleh memberikan maksud bahawa jenis Ft memberikan frekuensi lebih kurang 150MHz untuk HF yang digunakan. Contoh transisitor yang biasa digunakan ialah jenis 2N2222A.

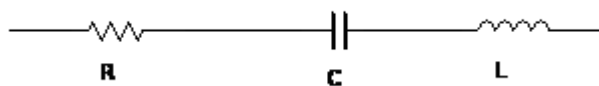
Pelarasan litar boleh digambarkan menggunakan beban 50 Ohm. Mengikut teorinya, 2 KOhm diletakkan pada pemungut. Formula untuk mengira L dan C dapat diperolehi apabila litar ini diselaraskan. Oleh itu, diketahui bahawa nilai L yang diperolehi adalah pada nilai reaktan 250 Ohm dan nilai C yang diperolehi begitu kecil dalam bentuk selari berpandukan nilai standard yang ditetapkan.

BAB 3

PENYALUN

3.1 PENYALUN

Terdapat pelbagai jenis penyalun yang sering digunakan dalam reka bentuk sesebuah pengayun. Penyalun-penyalun yang sering digunakan adalah seperti penyalun hablur, penyalun LC, penyalun mikrostrip dan penyalun dielektrik. Penggunaan penyalun adalah berdasarkan kepada julat frekuensi operasi sesuatu pengayun. Sebagai contoh, penyalun L dan C sering digunakan untuk pengayun berfrekuensi rendah sementara penyalun dielektrik digunakan untuk frekuensi yang tinggi. Rajah 4.1 di bawah menunjukkan penyalun LC yang disusun secara siri.



Rajah 3.1 Penyalun LC

Bagi penyalun siri seperti rajah 4.2 di atas, faktor kualiti tidak berbeban (unloaded Q factor) adalah seperti rumus berikut :-

$$Q_0 = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 C R} \quad (3.1)$$

Sekiranya penyalun di atas disambungkan ke beban, nilai perintang R akan dipengaruhi oleh rintangan beban dan ini juga akan mempengaruhi faktor kualiti penyalun tersebut. Kualiti faktor (Q_L) berbeban bagi sesuatu penyalun adalah seperti rumus berikut :-

$$\frac{1}{Q_L} = \frac{1}{Q_0} + \frac{1}{Q_{Ext}} \quad (3.2)$$

Q_{Ext} adalah kualiti luaran hasil dari gandaan ke beban. Kaitan di antara Q_0 dan Q_L boleh dihitung seperti berikut:-

$$Q_0 = \frac{Q_L}{1 - 10^{-\frac{11}{20}}} \quad (3.3)$$

Faktor kualiti yang tinggi memberikan sambutan frekuensi yang sempit dan kehilangan adalah rendah.

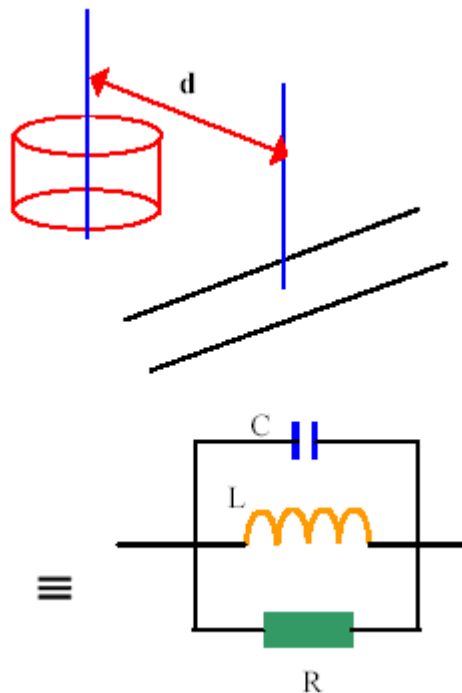
3.2 PENYALUN BERSERAMIK

Ia adalah berbentuk kuboid dengan lubang sepaksi dan permukaan separa logam. Rangkaian untuk menstabilkan ayunan dibuat melalui cuping pematerian dimana ia disesuaikan dalam lubang. Seperti yang kita lihat dari persamaan 3.1 bagi rajah litar, komponen RF litar gemaan dengan rintangan tipikal dari 1 hingga 3 $K\Omega$ pada frekuensi gemaan. Frekuensi ini adalah fungsi

kepada pemalar dielektrik (biasanya 21 atau 88) dan panjang alat salunan, tempoh kualiti adalah antara 300 dan 400. Penyalun berseramik akan meningkat dalam lingkungan 3 GHz dan ia adan digunakan pada dunia pengaplikasian sebenar.

3.3 GABUNGAN PENYALUN DALAM LITAR MIKROSTRIP [2]

Untuk analisis kepada gabungan litar mikrostrip, penjelmaannya ditunjukkan dalam Rajah 3.2 dibawah. β (pekali gabungan) digunakan untuk memperlengkapkan rintangan siri setara untuk sesuatu penyalun :



Rajah 3.2 Gabungan penyalun dielektrik kepada jalur mikrostrip dan gambarajah litar yang sepadan. Rintangan L disimulasikan dalam bentuk gabungan litar rintangan L-C dalam penyalun dielektrik.

Pengiraan untuk mendapatkan nilai Q :

$$LC = \frac{1}{(2\pi f)^2} \quad (3.4)$$

$$LC = \frac{1}{(2 * \pi * 10G)^2} = 2.533 \times 10^{-22}$$

Daripada nilai LC iaitu 2.533×10^{-22} , jika nilai C = 1pF

$$L = \frac{2.533 \times 10^{-22}}{1\text{pF}} = 2.533 \times 10^{-10}$$

$$= 0.2533 \text{ nH}$$

$$Z = 2 * Z_0 * \beta \quad (3.5)$$

$$\left(\frac{Q_u}{1 + \beta} \right) \quad \frac{Q_u}{Q_L} - 1 = \beta \quad (3.6)$$

Menggunakan persamaan diatas, ia adalah mungkin untuk merekebentuk VCO menggunakan nilai Q yang telah diberikan. Sebagai contoh jika nilai minima Q yang diberikan adalah 1000.

Jika kita menggunakan panyalun dengan nilai yang tidak dikehendaki sebanyak 4500, maka

$$Q_L = \left(\frac{Q_u}{1 + \beta} \right) \quad \frac{Q_u}{Q_L} - 1 = \beta \quad \frac{4500}{1000} - 1 = 3.5$$

Untuk analisis untuk CAD, kita boleh menggantikan panyalun dengan rintangan sesiri iaitu

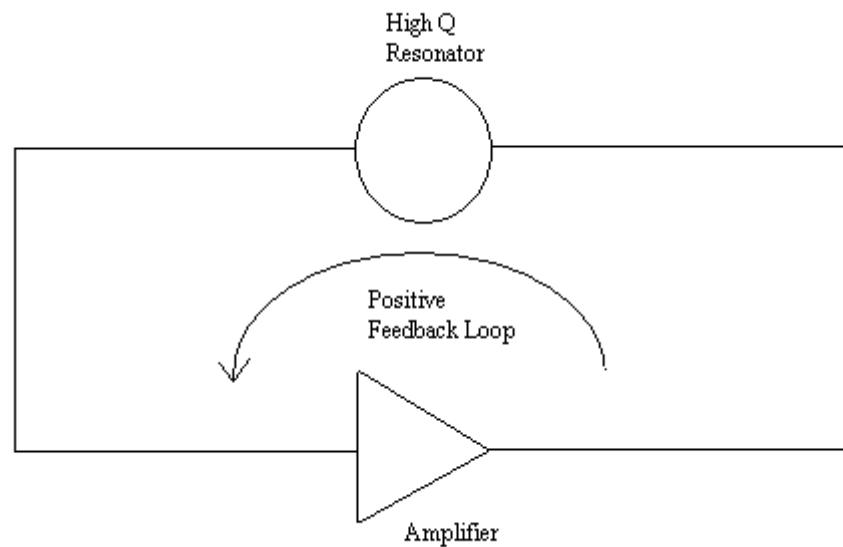
$$R = 2 * Z_0 * \beta \quad 2 * 50 * 3.5 = 350\Omega$$

BAB 4

PENGAYUN

4.1 PENGAYUN

Pengayun adalah penjana isyarat sinusoid bagi litar frekuensi radio dan mikro gelombang. Pengayun pada asasnya adalah sebuah penguat yang sebahagian dari keluarannya disuapbalik kepada masukan melalui penyalun. Penyalun akan menentukan frekuensi ayunan sesebuah pengayun. Ia sering digunakan sebagai pengayun tempatan dalam proses untuk menukar turun atau menukar naik sesuatu isyarat dalam sistem komunikasi radio. Reka bentuk pengayun adalah amat penting kerana banyak faktor boleh dipengaruhi jika pengayun menghasilkan isyarat yang mempunyai hingar yang banyak. Rajah 4.1 di bawah menunjukkan gambar rajah blok bagi sebuah pengayun.



Rajah 4.1 Gambar rajah blok sebuah pengayun

4.2 PENGAYUN DIELEKTRIK BERSALUN (DRO)

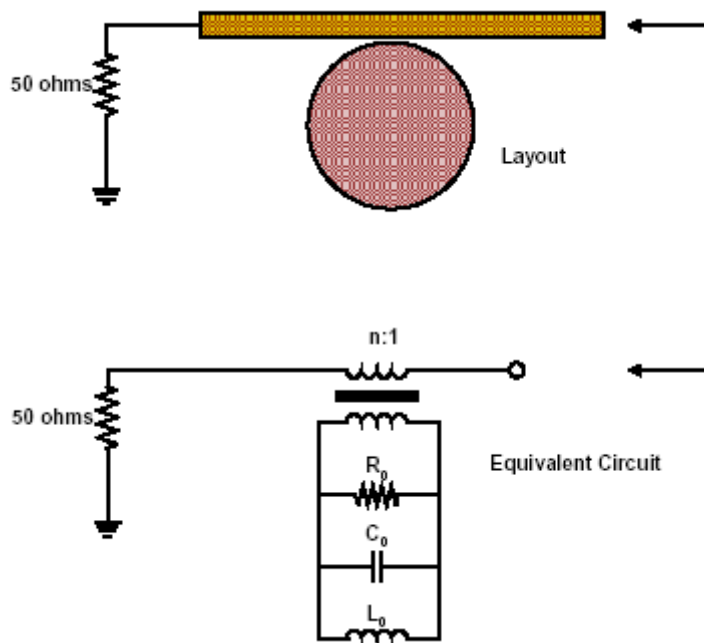
Pengayun dielektrik bersalun (DRO) adalah mikrogelombang yang menggunakan penyalun dielektrik (DR) sebagai elemen untuk menstabilkan frekuensi. Elemen ini digunakan untuk menyelesaikan kestabilan frekuensi, nilai Q yang tinggi dan nilai mikrofonik yang rendah dengan baik. Penyalun dielektrik (DR) ini apabila digunakan dalam sebahagian litar ayunan bagi peranti mikrogelombang , ia akan menghasilkan ayunan yang stabil dalam keadaan frekuensi salunan yang baik

4.3 KAJIAN MENGENAI PENGGUNAAN REKA BENTUK DRO

DRO yang pada kebiasaannya digunakan untuk menetapkan frekuensi bagi sesuatu pengayun adalah penyalun dielektrik (juga dikenali sebagai “puck”). Penyalun dielektrik ini merupakan satu cakera kecil yang mempunyai ϵ_r yang tinggi, kadar kehilangan bahan yang rendah dan dimensi fizikal. Ia akan bergema apabila berada dalam udara atau sempadan. Dalam perbandingan yang lain, ia akan bergema pada rongga logam. Frekuensi gema ini akan memberikan kesan kepada pergerakan metal yang dibumikan berhampiran dengannya.[3]

Untuk menggunakan penyalun dielektrik ini, frekuensi gelombang pada pengayun haruslah disetkan pada normal supaya jalur pancaran diperoleh.

Jalur pancaran ini akan diletakkan berhampiran dengan “puck” yang mana ia boleh ditukarkan kepada bentuk model RCL selari. Susunan antara “puck” dengan litar model mikrostrip ditunjukkan dalam Rajah 4.2 dibawah. Transformer digunakan untuk memodelkan penyalun dielektrik dan gabungan litar setara jalur pancaran.



Rajah 4.2 Susunan rujukan bagi penyalun dielektrik dalam DRO

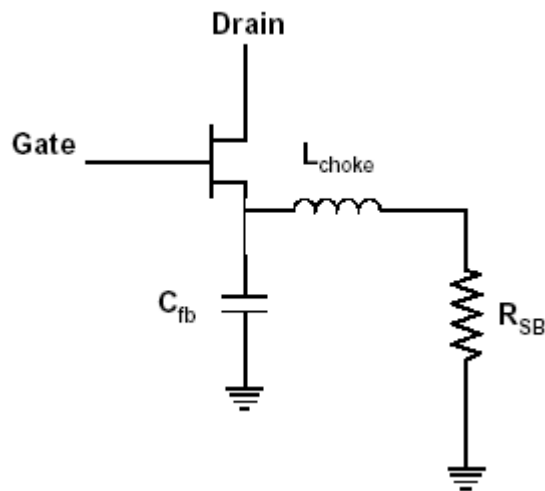
Oleh kerana “puck” ini mempunyai nilai Q (kadar kehilangan) yang tinggi ,nilai R_0 yang sangat tinggi ($k\Omega$) dan fasa hantar yang terhasil daripada ayunan adalah rendah. Reaktan penyalun iaitu L dan C adalah setara dan berlainan . Dalam litar setara ini, nilai R_0 adalah tinggi. Nilai frekuensi penyalun ini diberikan oleh Persamaan 4.1 dibawah.

$$\text{Persamaan : } \frac{1}{2\pi\sqrt{L_0C_0}} \quad (4.1)$$

Pengayun di rekabentuk dengan menyambungkan penyalun kepada blok rintangan negatif. Blok rintangan negatif diaplikasikan pada kapasitan suap-balik pada terminal rendah hingar GaAs FET. FET ini tidak stabil dan menambah hingar jika suap-balik adalah positif disebabkan ayunan bertambah dari hingar yg terhasil. Menggunakan transistor dwikutub pada blok hasil

negatif, fasa yang rendah dapat diperolehi untuk suatu ayunan BJT diskret tetapi pergerakan elektromagnetik yang tidak sama pada frekuensi 20 GHz menyebabkan ia menjadi tidak wujud.

Litar asas yang setara untuk blok rintangan negatif ditunjukkan dalam Rajah 3.2. Rintangan pincang-diri digunakan untuk menetapkan nilai I_{ds} pada transistor dan membenarkan operasi tanpa pincang negatif pada get FET. Kapasitor suap-balik (C_{fb}) diaplikasikan sebagai pad cetakan. Induktor (L_{choke}) diaplikasikan sebagai pancaran jalur induktor cetakan yang tinggi dan digunakan untuk menjamin rintangan pincang diri (R_{ab}) bersambung kepada transistor melalui galangan frekuensi gelombang yang tinggi.



Rajah 4.3 Litar asas yang setara bagi transistor suap-balik

4.4 REKA BENTUK TERPERINCI DAN PELAKSAAN SIMULASI [2]

Simulasi pengayun dilakukan berdasarkan data pada isyarat parameter-s transistor. Model isyarat transistor yang kuat tidak diperolehi dan ini menyebabkan ia mustahil untuk memperolehi isyarat yang besar daripada simulasi bagi pengayun yang dijalankan. Oleh itu, simulasi untuk isyarat yang kecil bagi pengayun dilakukan berdasarkan jaminan bagi 2 keadaan berpandukan frekuensi ayunan:

- Resistan negatif yang berlebihan
- Jumlah reaktan yang menuju ke sifar

Resistan negatif yang berlebihan boleh menyebabkan ayunan dapat dipertingkatkan. Apabila ayunan sudah berada pada tahap bersedia maka nilai resistan negatif ini ditetapkan ke tahap sifar. Berpandukan konfigurasi DRO yang diterbitkan diatas, pelembaran resistan menyebabkan tiada akses resistan negatif pada semua frekuensi di mana ayunan berlaku pada bahagian luar frekuensi salunan bagi “puck”.

Analisis bagi semua ini ada dalam Rajah 4.4. Dalam kes ini, litar utama yang ideal bagi transformer iaitu 1 : 1 diletakkan sesiri antara blok penyalun dan rintangan negatif. Transformer bukan salah satu bahagian dalam litar pengayun tetapi ia digunakan hanya untuk menjadi analisis bagi galangan pengayun lengkap. Bahagian nyata adalah untuk galangan bagi transformer dan ia ditunjukkan pada rintangan negatif. Bahagian khayalan bagi rintangan pula adalah untuk reaktan.