

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การใช้งานเครื่องจี้ตัดด้วยไฟฟ้า

เครื่องจี้ตัดด้วยไฟฟ้าที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ 3 โหมดดังนี้

1. ผ่าตัดอย่างเดียว คลื่นทางเอาต์พุตที่ออกมาจะเป็นคลื่นรูปซายน์ ความถี่ประมาณ 500 กิโลเฮิร์ตซ์ ระดับความสูงของสัญญาณสามารถปรับได้จากปุ่มปรับด้านหน้าเครื่อง
2. ผ่าตัดพร้อมการห้ามเลือด การผ่าตัดดังกล่าวสามารถปรับช่วงการทำงานได้ตั้งแต่ 0 ถึง 100% การปรับรอบการทำงานจะมีปุ่มปรับอยู่ทางด้านหน้าของตัวเครื่อง การทำงานจะต้องใช้ร่วมกับสวิตช์ ควบคุม และสามารถปรับระดับสัญญาณได้เช่นกัน
3. การจี้ จะทำงานโดยมีช่วงการทำงานและช่วงว่างที่มีค่าคงที่ สามารถปรับค่าภายในสำหรับการปรับแต่งได้ แต่การใช้งานภายนอกจะปรับได้เฉพาะระดับของแรงดันเท่านั้น

การทำงานทั้ง 3 โหมด ในโหมดที่ 1 และ 2 จะใช้ระดับแรงดันที่เท่ากัน ส่วนในโหมดที่ 3 แรงดันจะสูงกว่า 2 โหมดแรก

การใช้งาน

1. เปิดสวิตช์ เพาเวอร์ ซึ่งสวิตช์จะทำการควบคุมการติดต่อแหล่งจ่ายภายในของวงจรทั้งหมด สำหรับแรงดันสำหรับการติดต่อสวิตช์ด้านหน้า จะใช้แรงดันกระแสตรงซึ่งมีแรงดันต่ำ โดยทำการควบคุมโซลิตเซตทรีเลย์ อีกทีหนึ่งการแยกแรงดันสูง และต่ำจะถูกเชื่อมโยงโดยแสงภายในโซลิตเซตท

2. สวิตช์เลือกการผ่า และจี้ เป็นสวิตช์ที่ควบคุมด้วยเท้า โดยมี LED แสดงสถานะการเลือกโหมดทำงานของแต่ละประเภท

3. ปรับระดับแรงดันให้เหมาะสมกับประเภทของเนื้อเยื่อ

ข้อควรระวังในการ จี้ หรือผ่า

- ควรวางตำแหน่งของโคมิดให้ใกล้เคียงกับตำแหน่งที่ต้องการก่อนจะติดต่อสวิตช์ที่ควบคุมด้วยเท้า

- ควรเลือกโคมิดให้ถูกต้องกับจุดประสงค์ของการผ่า หรือ จี้ แต่ละชนิด

ภาคผนวก ข.

การออกแบบหม้อแปลงแรงดันสูง

หม้อแปลงที่จะทำงานแบบ PUSH-PULL ดังนั้นหม้อแปลงจึงมีแทปกลาง ระดับแรงดันทางอินพุตจะมีแรงดันกระแสตรงที่สามารถปรับค่าได้ ตั้งแต่ 10 ถึง 180 โวลต์ ต้องการแรงดันทางเอาต์พุตสูงสุด 8,000 โวลต์ ความถี่ 500,000 เฮิรตซ์ จ่ายกำลังได้สูงสุด 400 วัตต์ กำหนดให้

$$\frac{NP}{NS} = \frac{VP}{VS} \quad \dots\dots\dots(\text{ข.1})$$

$$e = NA_e \left(\frac{dB}{dt} \right) 10^{-8} \quad \dots\dots\dots(\text{ข.2})$$

$$B_{\max} = \frac{V_P \times 10^8}{kfN_P A_e} \quad K = 4 \text{ เมื่อเป็นวงจร Push Pull}$$

เลือก $B_{\max} = \frac{B_{\text{sat}}}{2} = 1,600$

$$N_P = \frac{V_P \times 10^8}{kfB_{\max} A_C} \quad \dots\dots\dots(\text{ข.3})$$

$$P_{\text{out}} = (1.16B_{\max} f d A_e A_C) \times 10^{-9} \quad \dots\dots\dots(\text{ข.4})$$

$$d = \frac{1.27 \times 10^6}{D}$$

$$P_{\text{out}} = \frac{(1.47 f B_{\max} A_e A_C) \times 10^{-3}}{D} \quad \dots\dots\dots(\text{ข.5})$$

$$A_e A_C = \frac{(0.68 P_{\text{out}} D) \times 10^3}{f B_{\max}} \quad (\text{cm})^4 \quad \dots\dots\dots(\text{ข.6})$$

$$I_C = \frac{1.6 P_{\text{out}}}{V_{in}} \quad \dots\dots\dots(\text{ข.7})$$

เมื่อเลือก กำลังสูงสุด 400 วัตต์ แรงดัน 180 โวลต์

$$I_C = \frac{1.6 \times 400}{180} = 3.6 \text{ A}$$

ให้ $D = 400$

$$A_e A_C = \frac{(0.68 \times 400 \times 400 \times 10^3)}{500 \times 10^3 \times 1600}$$

$$= 0.13 \text{ cm}^4$$

เลือกใช้ 0.15 cm^4

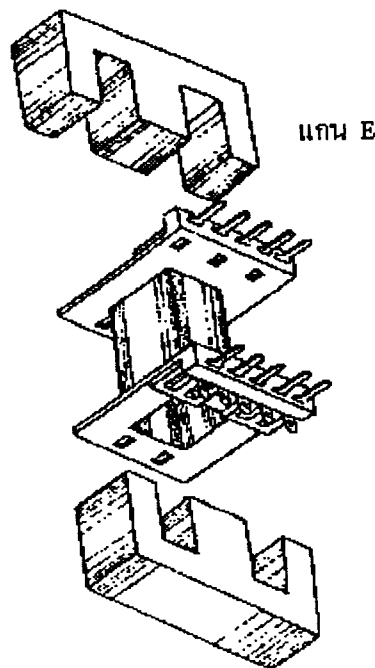
$$N_P = \frac{180 \times 10^8}{4 \times 1600 \times 450 \times 10^3 \times 3.6} \approx 2$$

$$N_s = \frac{N_p V_s}{V_s} = \frac{2 \times 3500}{180} \approx 40$$

แกนที่เลือกจะใช้แกนที่มีรูปร่าง E E ใช้วัสดุ ชนิด #77 Ferrite ซึ่งมีค่า permeability ถึง 1800 โดยเลือกแกนที่มีขายคือรุ่น EA-77-625 แต่แกนที่ใช้นี้มีกำลังเพียง 200 วัตต์ ดังนั้น หากต้องการกำลังถึง 400 วัตต์จำเป็นต้องใช้แกน 2 ชุดเพื่อเพิ่มพื้นที่หน้าตัดให้กับแกน

การพันขดลวด เนื่องจากการทำงานของหม้อแปลงเป็นแบบ พุชพูล คือขดลวดแต่ละชุดจะผลัดกันทำงาน ดังนั้นแรงดันที่ตกคร่อมขดลวดจะมีความต่างศักย์สูงถึง 200 โวลต์ ดังนั้นจึงต้องระวังเพื่อไม่ให้เกิดการลัดวงจรผ่านแกน และขดปฐมภูมิกับขด ทุติยภูมิ จะมีความแตกต่างสูงมาก ดังนั้นฉนวนที่เลือกใช้ควรทนแรงดันดังกล่าวได้ ส่วนหม้อแปลงชุดนี้ ฉนวนระหว่างชั้นจะใช้ไมลาร์ ความหนา 0.025 มม. ประมาณ 4 ชั้น

เนื่องจากขดที่ใช้พันขดปฐมภูมิ มีเพียง 2 รอบ และมีพื้นที่หน้ามาก การพันทั้งสองชุดจะต้องเท่ากันหากการพันมีจำนวนรอบผิดพลาด จะทำให้เกิดไฟกระชากตรง ที่ไม่สมดุลเกิดขึ้นจะทำให้เกิดการอึดตัวของแกนได้ง่าย ดังนั้นการพัน ควรพันแบบ Bifilar Winding และ ควรใช้ขดลวดที่มีพื้นที่หน้าตัดน้อยๆ ต่อขนานกัน เพื่อให้การพันทำได้ง่าย และลดผล skin effect อันเกิดจากความถี่สูง ทั้งขดลวดทางด้านปฐมภูมิ และทุติยภูมิ



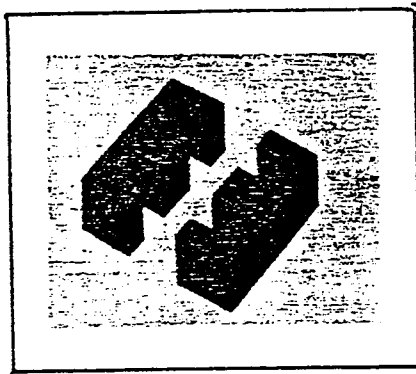
ภาพที่ ข.1 แสดงแกน EE ที่ใช้สำหรับเป็นหม้อแปลงแรงดันสูง

ขดลวดปฐมภูมิใช้พื้นที่หน้าตัด ประมาณ 3,000 เซอร์คูแลมิล หรือมีกระแสในช่วง

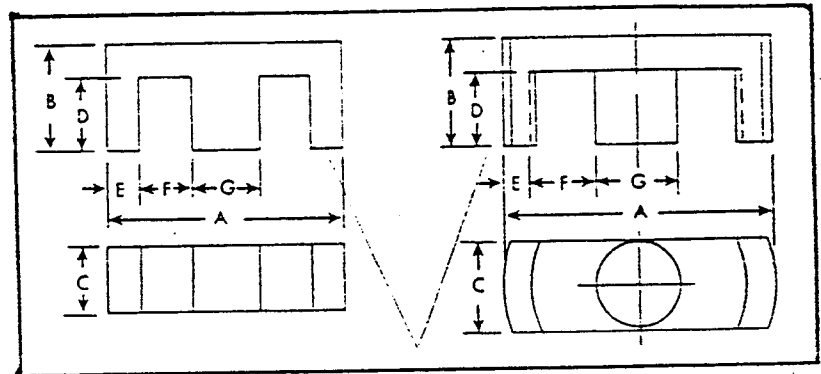
6 แอมแปร์ ใช้ลวดเบอร์ 17 S.W.G. ทางปฏิบัติควรใช้ขดลวดเบอร์ 24 พันโดยขนานกัน 6 ชุด เพื่อสะดวกต่อการพัน และลดพื้นที่การวางขดลวด ส่วนขดทุติยภูมิใช้ลวดเบอร์ 25 หรืออาจใช้ เบอร์ 28 ขนานกันสองเส้นก็ได้ การพันจะต้องวางฉนวนทุกชั้น และลวดที่ใช้เป็นลวดอาบนํ้ายาและมีการเคลือบฉนวน 2 ชั้นซึ่งทนอุณหภูมิได้สูง

'E' Cores

59



TYPE A



TYPE A

TYPE B

E-Core Physical Dimensions (inches)

Part number	A	B	C	D	E	F	G	Power
EA-77-188	.760	.318	.187	.225	.093	.192	.187	10 watts
EA-77-250	1.000	.380	.250	.255	.125	.250	.250	20 watts
EA-77-375	1.375	.562	.375	.375	.187	.312	.375	70 watts
EA-77-500	1.625	.650	.500	.405	.250	.312	.500	100 watts
EA-77-625	1.680	.825	.605	.593	.234	.375	.468	200 watts
EB-771656	2.160	.728	.740	.495	.242	.522	.635	250 watts

E-Core Magnetic Properties

Part number	A_e^2 (mm) ²	l_e mm	V_e^3 (mm) ³	A_s^2 (mm) ²	A_w^2 (mm) ²	$A_c \times A_w$ (mm) ⁴	A_L value mh / 1000 t
EA-77-188	22.5	40.1	900	1050	55.7	1250	1290
EA-77-250	40.4	48.0	1930	1700	80.6	3250	1520
EA-77-375	90.3	68.8	6240	3630	151.0	13700	2540
EA-77-500	160.0	76.7	12300	5410	163.0	26100	4090
EA-77-625	184.0	98.0	18000	7550	287.0	52900	3790
EB-77-656	221.0	102.0	22600	8000	339.0	74900	5210

The 'E' cores listed above are of type #77 Ferrite material having a permeability of 1800. They are ideally suited for power applications up to 250 watts. Their main advantages are reasonably low cost and ease of winding.

ภาพผนวกที่ ข2 แสดงขนาดแกน EE ที่ใช้สำหรับหม้อแปลงแรงดันสูง

Primary Characteristics

- High Saturation flux density at high temperatures
- High permeability at high flux density
- Low core loss

Applications

- Pin cushion correction transformers
- Power conversion transformers
- Power Filters
- Ignition Coils
- EMI Suppression and Broadband Transformers

Available Core Shapes

- E Cores, pot cores, U cores, I cores, slugs
- Toroids, bobbins and threaded cores
- Shield Beads and Broadband Transformer Cores
- EP Cores, PQ Cores and ETD Cores

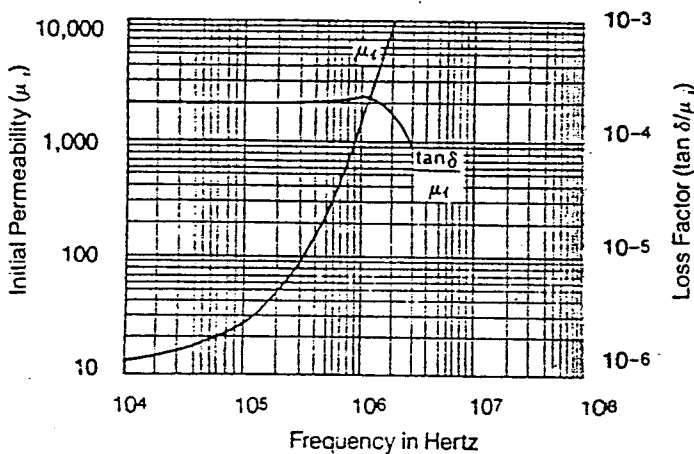


Figure 1: Initial Permeability and Loss Factor vs Frequency. Measured on a 1 inch OD toroid using a Hewlett-Packard 4275-A Multi-Frequency LCR Meter.

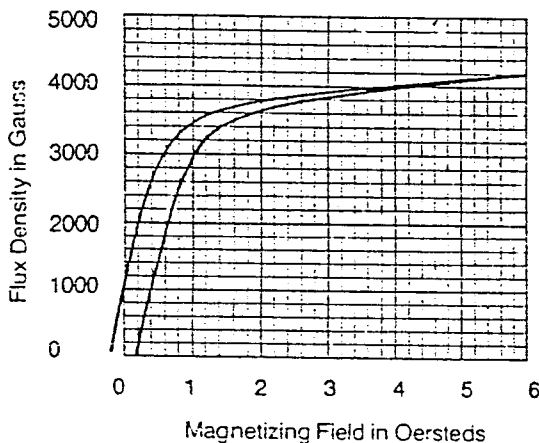


Figure 2: Hysteresis loop for a 1 inch OD toroid in 77 material.

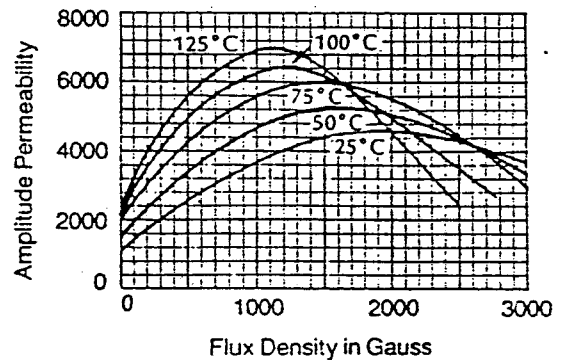


Figure 3: Amplitude Permeability vs Flux Density at various temperatures at 10 KHz. Test sample was a 1 inch OD toroid and test equipment included a signal generator, an amplifier, an integrator and an oscilloscope. Permeability was calculated as follows:

$$\mu_n = \frac{B_{max}}{H_{max}}$$

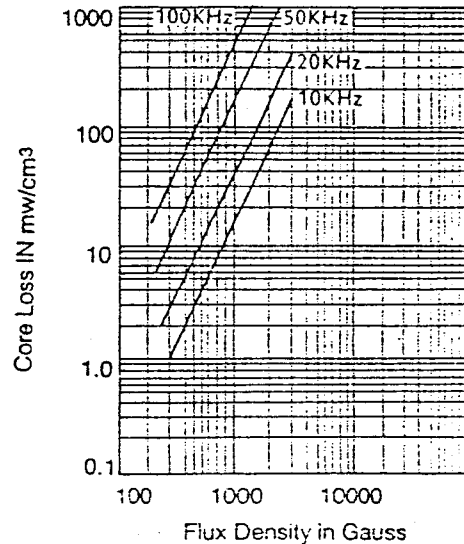
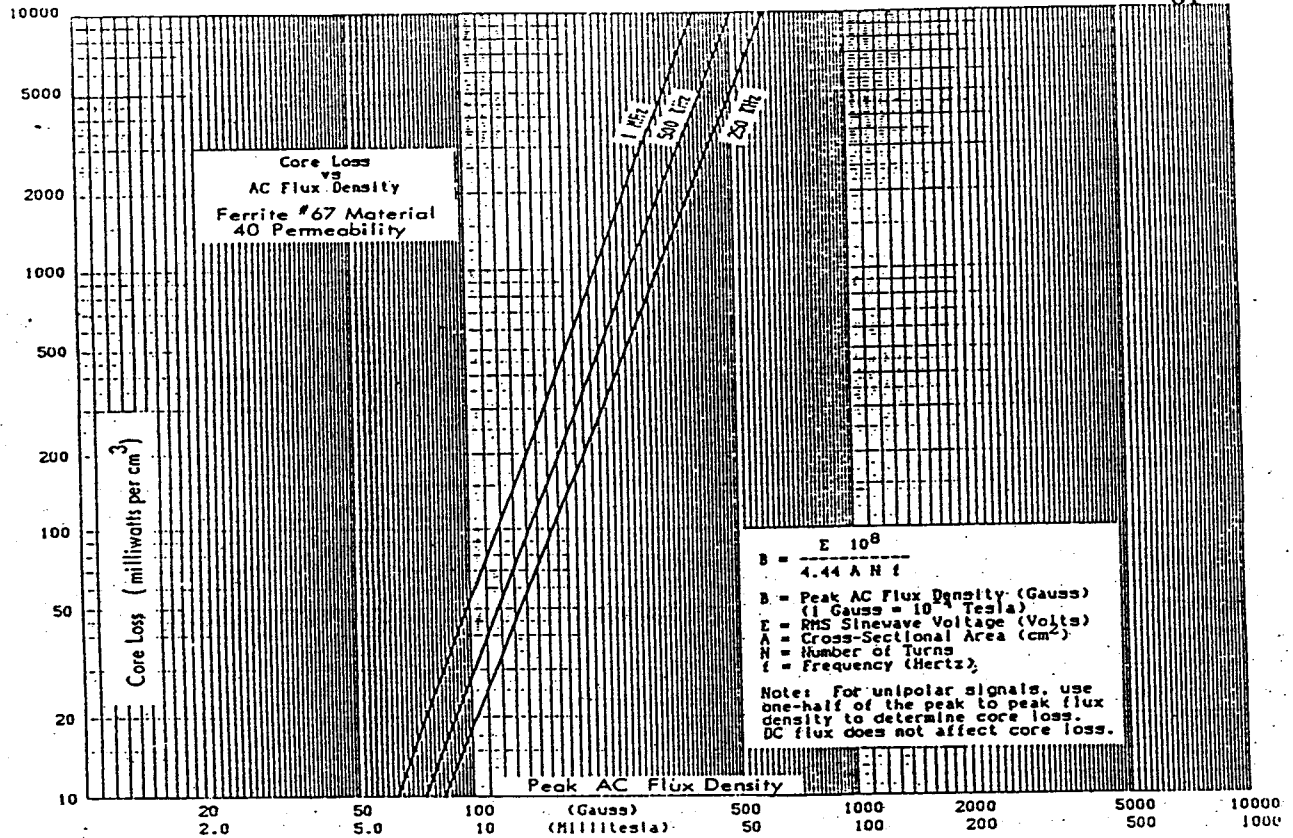


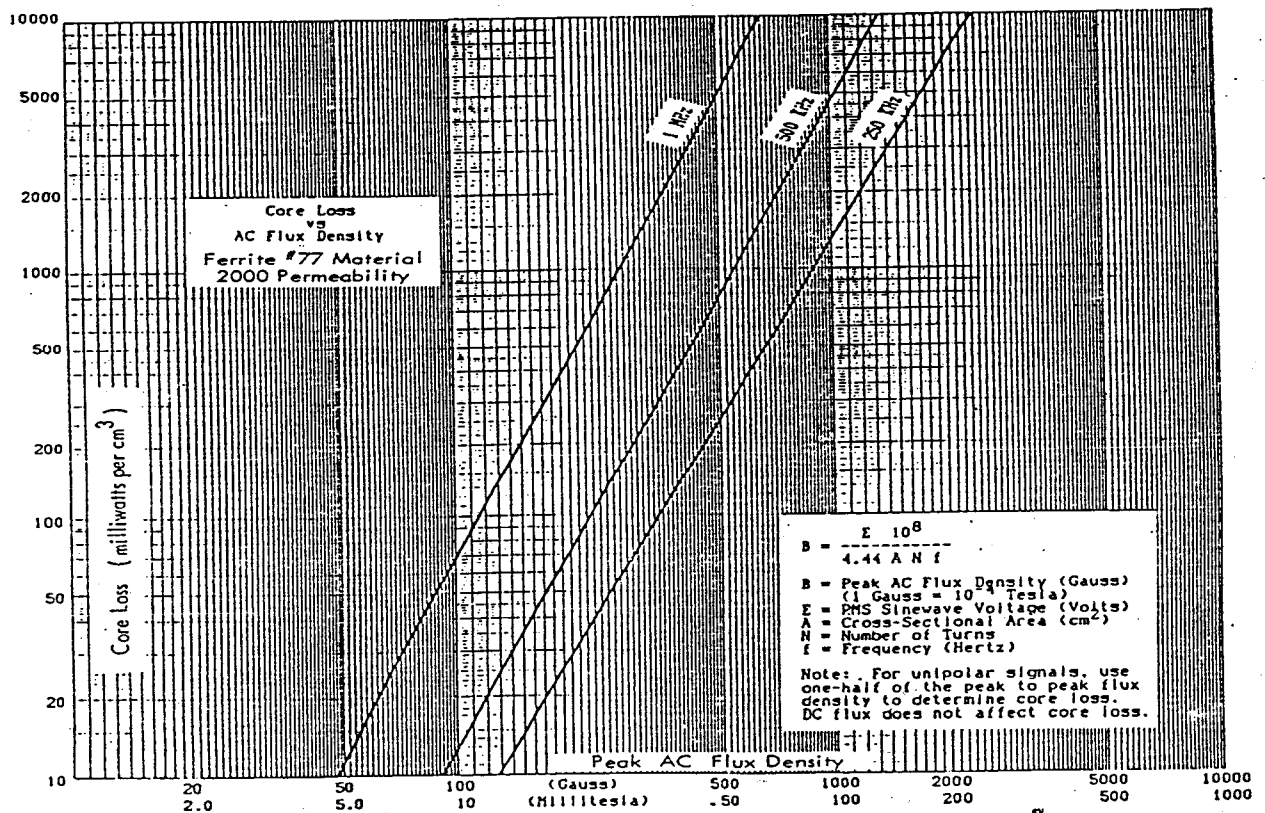
Figure 4: Core Loss vs. Flux Density at several frequencies and at room temperature. Test sample was a 1 inch OD toroid and test equipment was a Clark Hess Model 255 VAW Meter.

CORE LOSS vs. AC FLUX DENSITY (Material #67)

61



CORE LOSS vs. AC FLUX DENSITY (Material #77)



ภาพผนวกที่ ข4 แสดงการสูญเสียของแกนและความหนาแน่นของฟลักซ์

ภาคผนวก ก.

การออกแบบวงจรจูน

ในการออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์ที่ใช้งานที่ความถี่สูง โดยเฉพาะวงจรจูนอุปกรณ์ที่สำคัญและจำเป็นต้องใช้คือ คาปาซิเตอร์และตัวเหนี่ยวนำโดยเฉพาะคาปาซิเตอร์แต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ดังนั้นการใช้งานความถี่สูงต้องเลือกตัวเก็บประจุให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุมีหน่วยวัดเป็นฟารัด ซึ่งมีนิยามว่า 1 ฟารัด คือค่าที่เมื่อความต่างศักย์เพิ่มขึ้น 1 โวลต์แล้วทำให้ประจุไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น 1 คูลอมป์ หรือเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$C = \frac{Q}{V}$$

โดยที่ C คือ ค่าความจุไฟฟ้า (ฟารัด)

Q คือ ประจุไฟฟ้า (คูลอมป์)

V คือ ความต่างศักย์ (โวลต์)

ความจุไฟฟ้า จะมีค่าขึ้นอยู่กับโครงสร้างของมัน ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้

$$C = \frac{0.2249 \sum A}{d \sum \epsilon_0} \quad (\text{พิโคฟารัด})$$

โดยที่ $\sum$ คือ ค่ายอมรับได้ (permittivity) ของวัสดุที่ใช้เป็น ไดอิเล็กทริก (Fm^{-1})

ϵ_0 คือ ค่าความยอมรับได้ (permittivity) ของอากาศมีค่าเท่ากับ 8.854 pFm^{-1}

A คือ พื้นที่ของแผ่นตัวนำแต่ละแผ่น (ตารางนิ้ว)

d คือ ความหนาของไดอิเล็กทริก หรือระยะห่างระหว่างแผ่นตัวนำ (นิ้ว)

จากสมการพบว่าหากค่าไดอิเล็กทริกมีค่าสูงๆ จะทำให้ได้ตัวเก็บประจุมีค่ามากตามไปด้วย โดยทั่วไปวงจรสมมูลย์ของตัวเก็บประจุ ที่ความถี่สูงจะเป็นตามรูปที่ 6.1 โดย C จะมีค่าเท่ากับความจุของตัวเก็บประจุ R_s แทนกำลังงานที่สูญเสียไปในรูปของความร้อน อาจจะแสดงในรูปของ power factor หรือ dissipation factor

R_p จะเป็นค่าความต้านทานของไดอิเล็กทริก และส่วนสุดท้ายคือ L จะแทนค่าความเหนี่ยวนำของแผ่นตัวนำและขาคู่เก็บประจุ

ESR (effective Series Resistance) เป็นค่าความต้านทานไฟสลับ ซึ่งเป็นผลมาจากปรากฏการณ์พื้นผิวของตัวเก็บประจุและเป็นผลรวมของ R_s และ R_p โดยเขียนสมการได้คือ

$$ESR = \frac{PF \times (1 \times 10^6)}{\omega C}$$

DF (Dissipation Factor) คืออัตราส่วนของความต้านทานไฟสลับต่อค่ารีแอกแตนซ์ของตัวเก็บประจุ มีสมการดังนี้

$$DF = \frac{ESR}{X_c} \times 100\%$$

ค่า Q เป็นตัวบอกคุณภาพของตัวเก็บประจุ โดยค่า Q ของวงจรจะเป็นสัดส่วนผกผันกับค่า DF

$$Q = \frac{1}{DF} = \frac{X_c}{ESR}$$

ดังนั้นตัวเก็บประจุที่มีค่า Q สูงจะหมายถึงตัวเก็บประจุที่มีคุณภาพดี
ตัวเหนี่ยวนำ

เมื่อเอาลวดตัวนำมาขดเป็นตัวเหนี่ยวนำ และเมื่อมีกระแสไหลภายในขดลวดซึ่งมีความต้านทานจะทำให้เกิดความต่างศักย์ขึ้นระหว่างรอบของขดลวดเป็นค่าความจุน้อยๆ ขึ้นในแต่ละขดของตัวเหนี่ยวนำ ความจุที่เกิดขึ้นนี้คือ ค่าความจุไฟฟ้าแฝง (distributed capacitance C_d) เราสามารถเขียนวงจรสมมูลย์ได้ดังรูปที่ 6.2 โดย C_d จะเป็นค่าผลรวมของค่าความจุแฝงแต่ละขดของตัวเหนี่ยวนำ ค่ารีแอกแตนซ์ จะมีค่ามากที่สุดที่ความถี่เรโซแนนซ์ อัตราส่วนระหว่างรีแอกแตนซ์ของตัวเหนี่ยวนำต่อความต้านทานอนุกรมของมัน ถูกใช้เป็นตัววัดคุณภาพของตัวเหนี่ยวนำ ถ้าค่าอัตราส่วนนี้สูง หมายถึงเป็นตัวเหนี่ยวนำที่ดี อัตราส่วนนี้คือค่า Q ของตัวเหนี่ยวนำโดยมีสมการเป็น

$$Q = \frac{X}{R_s}$$

จากวงจรสมมูลย์ เราสามารถหาค่า อิมพีแดนซ์ได้จากสมการ

$$Z = \frac{X_L \times X_C}{X_L + X_C}$$

โดย Z คืออิมพีแดนซ์ขนานของวงจร

$$Z = \frac{j\omega L \left(\frac{1}{j\omega C} \right)}{j\omega L + \frac{1}{j\omega C}}$$

คูณทั้งเศษและส่วนด้วย $j\omega C$

$$Z = \frac{j\omega L}{(j\omega L)(j\omega C) + 1}$$

$$Z = \frac{j\omega L}{j^2 \omega^2 LC + 1}$$

โดย $j^2 = -1$

$$Z = \frac{j\omega L}{1 - \omega^2 LC}$$

เราสามารถเพิ่มค่า Q ของตัวเหนี่ยวนำได้โดย

- ใช้ลวดตัวนำที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ทำเป็นตัวเหนี่ยวนำ อันเป็นการลดค่าความต้านทานทางไฟฟ้ากระแสสลับ และไฟตรงของขดลวดให้น้อยลง
- กระจายขดลวดแต่ละขดให้แยกออกจากกันมากขึ้นเพื่อลดค่าความจุระหว่างขดลวดแต่ละขดลง
- เพิ่มค่าความซึมซาบ (μ) โดยเลือกใช้แกนเฟอร์ไรท์ที่มีคุณภาพดี ทำให้ใช้จำนวนรอบน้อยลง และทำให้ความต้านทานน้อยลงด้วย

การออกแบบตัวเหนี่ยวนำของวงจรจูน

การพันขดลวดในวงจรจูนบนแกนที่เราเลือกสามารถหาค่าจำนวนรอบสำหรับการพันขดลวดได้เมื่อเราทราบค่า A_L (inductance-factor nH/turn²) ของแกนเหล็ก แล้วนำค่าที่ได้ไปเปิด ตาราง ที่ ค.1 สำหรับหาค่าจำนวนรอบ และหากแกนที่ใช้พันเป็นแกนที่มีรูปร่างแบบ pot core หรือ RM core หลังจากที่ได้จำนวนรอบจะต้องตรวจสอบพื้นที่ว่าเพียงพอสำหรับการพันลงในพื้นที่การพันขดลวดหรือไม่ เนื่องจากแกนทั้งสองนั้นมีพื้นที่ค่อนข้างจำกัด โดยตรวจสอบได้จากตารางที่ ค.1

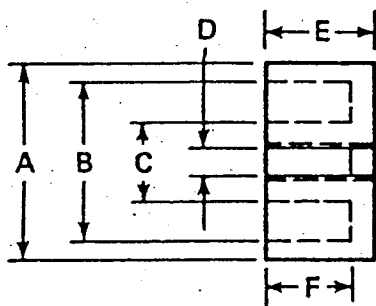
วงจรจูนเราออกแบบให้กำเนิดความถี่ อยู่ในย่าน 500 กิโลเฮิร์ตซ์ ความถี่ของวงจรหาได้จากสูตร

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \dots \text{ค.1}$$

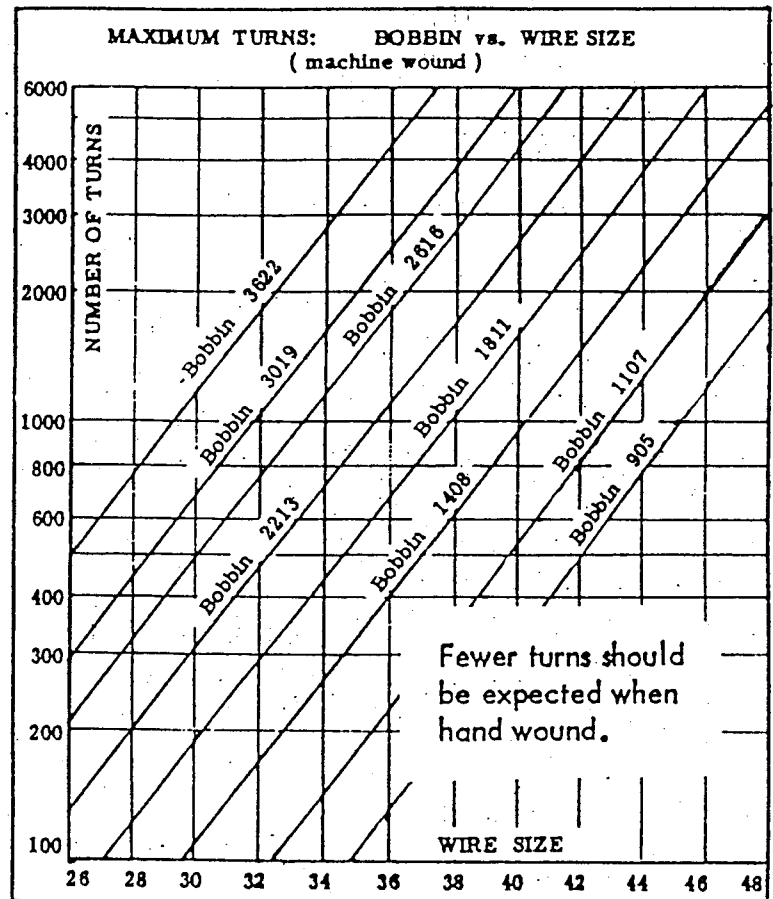
จากสมการที่ ค.1 เราเลือกค่า L มีค่า 100 ไมโครเฮนรี่ จะได้ค่าคาปาซิเตอร์ประมาณ 0.001 ไมโครฟารัด

การพันขดลวดบนแกนสำหรับวงจรจูนชุดที่สอง จะมีขดลวดอยู่ 3 ชุด การพันวางตำแหน่งตามรูปที่ ค.3 และควรระวังข้อทางด้านเอาต์พุตเนื่องจากจะต้องกลับเฟสให้ขดลวดทั้งสองมีเฟสต่างกัน 180 องศา

Ferrite Material #77, 2000 Permeability



$$\text{Turns} = \sqrt{\frac{\text{desired } L \text{ (mh)}}{A_L \text{ (mh/1000t)}}} \times 1000$$



Physical Dimensions (In millimeters)

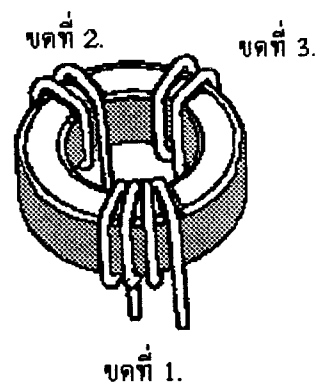
part number	A	B	C	D	E	F
PC-1107-77	11.10	9.20	4.60	2.10	3.21	2.27
PC-1408-77	14.05	11.80	5.90	3.10	4.18	2.90
PC-1811-77	18.00	15.25	7.45	3.10	5.27	3.70
PC-2213-77	21.60	18.70	9.25	4.55	6.70	4.70
PC-2616-77	25.50	21.60	11.30	5.55	8.05	5.60
PC-3019-77	30.00	25.40	13.30	5.55	9.40	6.60
PC-3622-77	35.60	30.40	15.90	5.55	10.85	7.40

Magnetic Dimensions

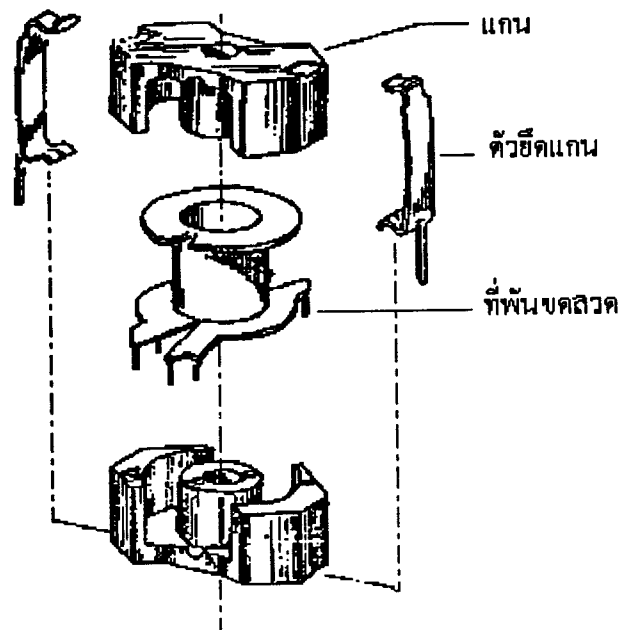
part number	A _e mm ²	l _e mm	V _e mm ³	A _e mh/1000-t	Power Based on 20 KHz
PC-1107-77	15.9	15.9	252	1420	Max 3 watts
PC-1408-77	25.0	20.0	500	1960	Max 5 watts
PC-1811-77	43.0	25.9	1120	2880	Max 10 watts
PC-2213-77	63.0	31.6	2000	3660	Max 20 watts
PC-2616-77	93.0	37.2	3460	4700	Max 50 watts
PC-3019-77	136.0	45.0	6100	5900	Max 70 watts
PC-3622-77	202.0	53.0	10600	7680	Max 90 watts

Note: Power ratings are conservative, based on 20 KHz. switching frequency.

ภาพผนวกที่ ค1 รายละเอียดสำหรับการออกแบบของแกน Pot core



รูปที่ ค.2 แสดงการพันขดลวดของวงจรรุ่นชุดที่ 2



รูปที่ ค.3 แสดงรูปแกนชนิด RM ที่เหมาะสำหรับการใช้งานวงจรรุ่นชุดที่ 1

ภาคผนวก ง.

ผลของการซิมูเลต วงจรกำเนิดความถี่ ด้วยโปรแกรม PSpice

***** 3/14/93***** Demo PSpice (May 1986) *****22:35:31*****

oscillator

**** CIRCUIT DESCRIPTION

VCC 2 0 DC 80V

R1 2 1 25k

R2 5 7 10

R3 1 3 4.7k

R4 3 7 470

R5 7 0 6.8

R6 2 6 4.7k

D1 1 3 MAD

.MODEL MAD D (N=0.001 RS=2)

C1 1 0 0.0043UF

C2 4 6 0.003UF

C3 5 7 0.1UF

Q1 4 3 5 BUX32

L1 2 4 100UH

L2 2 6 35

L3 0 7 15

L4 8 0 32

R7 8 0 100K

K23 L2 L3 0.999 CMOD

K24 L2 L4 0.999 CMOD

K34 L3 L4 0.999 CMOD

```
.MODEL BUX32 NPN(TF=10N CJC=1P CJE=1P)
.TRAN 0.05US 5US
.PLOT TRAN V(4) V(8)
.PROBE
.FOUR 500KHZ V(4)
.OPTION RELTOL=0.01
.END
```

```
***** 3/14/93***** Demo PSpice (May 1986) *****22:35:31*****
```

oscillator

```
**** DIODE MODEL PARAMETERS
```

```
*****
```

MAD

```
IS      1.00D-14
```

```
RS      2.000
```

```
N       .001
```

```
***** 3/14/93***** Demo PSpice (May 1986) *****22:35:31*****
```

oscillator

```
**** BJT MODEL PARAMETERS
```

```
*****
```

BUX32

```
TYPE    NPN
```

```
IS      1.00D-16
```

```
BF      100.000
```

```
NF      1.000
```

```
BR      1.000
```

```
NR      1.000
```

```
CJE     1.00D-12
```

```
TF      1.00D-08
```

```
CJC     1.00D-12
```

***** 3/14/93***** Demo PSpice (May 1986) *****22:35:31*****

oscillator

**** INITIAL TRANSIENT SOLUTION TEMPERATURE = 27.000 DEG C

NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE

(1) 74.2617 (2) 80.0000 (3) 73.9392 , (4) 80.0000

(5) 72.9352 (6) 80.0000 (7) .0000 (8) .0000

***** 3/14/93***** Demo PSpice (May 1986) *****22:35:31*****

oscillator

**** TRANSIENT ANALYSIS TEMPERATURE = 27.000 DEG C

LEGEND:

*: V(4)

+: V(8)

TIME V(4)

(*)----- 7.900D+01 7.950D+01 8.000D+01 8.050D+01 8.100D+01

(+)- - - - -1.000D-02 -5.000D-03 .000D+00 5.000D-03 1.000D-02

.000D+00	8.000D+01	.	X	.	.
5.000D-08	7.958D+01	.	*	+	.
1.000D-07	7.946D+01	.	*	+	.
1.500D-07	7.938D+01	.	*	+	.
2.000D-07	7.935D+01	.	*	+	.
2.500D-07	7.934D+01	.	*	+	.
3.000D-07	7.936D+01	.	*	+	.
3.500D-07	7.939D+01	.	*	+	.
4.000D-07	7.943D+01	.	*	+	.
4.500D-07	7.948D+01	.	*	+	.
5.000D-07	7.954D+01	.	X	.	.
5.500D-07	7.960D+01	.	+	*	.
6.000D-07	7.967D+01	.	+	*	.
6.500D-07	7.974D+01	.	+	*	.
7.000D-07	7.981D+01	.	+	*	.
7.500D-07	7.988D+01	.	+	*	.
8.000D-07	7.996D+01	.	+	*	.

8.500D-07	8.003D+01	.	+	.	*	.	.	.
9.000D-07	8.010D+01	.	+	.	.	*	.	.
9.500D-07	8.018D+01	.	+	.	.	.	*	.
1.000D-06	8.025D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.050D-06	8.032D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.100D-06	8.039D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.150D-06	8.045D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.200D-06	8.050D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.250D-06	8.055D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.300D-06	8.058D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.350D-06	8.061D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.400D-06	8.063D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.450D-06	8.064D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.500D-06	8.064D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.550D-06	8.064D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.600D-06	8.063D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.650D-06	8.061D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.700D-06	8.059D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.750D-06	8.056D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.800D-06	8.053D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.850D-06	8.050D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.900D-06	8.047D+01	.	+	.	.	.	.	*
1.950D-06	8.043D+01	.	+	.	.	.	.	*
2.000D-06	8.039D+01	.	+	.	.	.	.	*
2.050D-06	8.035D+01	.	+	.	.	.	.	*
2.100D-06	8.031D+01	.	+	.	.	.	.	*
2.150D-06	8.027D+01	.	+	.	.	.	.	*
2.200D-06	8.022D+01	.	+	.	.	.	.	*
2.250D-06	8.017D+01	.	.	X	.	.	.	.
2.300D-06	8.011D+01	.	.	.	*	+	.	.
2.350D-06	8.006D+01	.	.	.	*	.	+	.
2.400D-06	8.001D+01	.	.	.	*	.	.	+
2.450D-06	7.996D+01	.	.	.	*	.	.	+
2.500D-06	7.991D+01	.	.	.	*	.	.	+
2.550D-06	7.986D+01	.	.	.	*	.	.	+
2.600D-06	7.982D+01	.	.	.	*	.	.	+
2.650D-06	7.978D+01	.	.	.	*	.	.	+
2.700D-06	7.976D+01	.	.	.	*	.	.	+
2.750D-06	7.973D+01	.	.	.	*	.	.	+
2.800D-06	7.971D+01	.	.	.	*	.	.	+
2.850D-06	7.969D+01	.	.	.	*	.	.	+
2.900D-06	7.967D+01	.	.	.	*	.	.	+
2.950D-06	7.966D+01	.	.	.	*	.	.	+

***** 3/14/93***** Demo PSpice (May 1986) *****22:35:31*****

oscillator

**** FOURIER ANALYSIS TEMPERATURE = 27.000 DEG C

FOURIER COMPONENTS OF TRANSIENT RESPONSE V(4)

DC COMPONENT = 7.990D+01

HARMONIC FREQUENCY FOURIER NORMALIZED PHASE NORMALIZED

NO	(HZ)	COMPONENT	COMPONENT	(DEG)	PHASE (DEG)
1	5.000D+05	3.718D-01	1.000000	167.342	.000
2	1.000D+06	1.332D-01	.358342	176.713	9.370
3	1.500D+06	8.443D-02	.227105	-178.560	-345.902
4	2.000D+06	6.276D-02	.168828	-175.636	-342.978
5	2.500D+06	5.015D-02	.134901	-173.086	-340.429
6	3.000D+06	4.179D-02	.112427	-171.059	-338.401
7	3.500D+06	3.585D-02	.096425	-168.944	-336.286
8	4.000D+06	3.144D-02	.084578	-167.081	-334.423
9	4.500D+06	2.797D-02	.075232	-165.099	-332.441

TOTAL HARMONIC DISTORTION = 51.130967 PERCENT

JOB CONCLUDED

TOTAL JOB TIME 5.60

***** 3/14/93***** Demo PSpice (May 1986) *****22:35:31*****

**** CIRCUIT DESCRIPTION

ภาคผนวก จ.

การคำนวณหาค่าอุปกรณ์ชุดสร้างสัญญาณ โดยโปรแกรม QUICK-E Circuit Designer V1.0

Resonance Parameters NOTES: 1) Enter 2 of 3 (Freq, C1, L) 2) Enter 1 of 2 (R1, Qres)
--

Theoretical
Res Freq (Hz) = 500 KHz
C1 = 1 nF
L = 101.32 uHy

R1 = 500 , 0 W
Qres = .63662

E1 = 0 V
I = 0 A
Vl(res) = 0 V
Vc(res) = 0 V

BWres (Hz) = 785.4 KHz
Damping = 1.2533 'Osc'
Xl (ohms) = 318.31
Xc (ohms) = 318.31

Esc:PgUp Tab:FILES 1:Help 2:Eref 3:Real_R 4:Real_C 9:Graph 10:Quit

การคำนวณหาค่าวงจรกรองความถี่สูงออกด้วยวงจร Compdes

COMPUTER-AIDED CIRCUIT DESIGN PROGRAM Copyright (C) 1988,89,90 by BSOFI IBM-PC Version 2.5
Main Menu 1 - Basic Electricity 2 - Basic Electronics 3 - Circuit Designs 4 - Filter Designs 5 - Communications 6 - Attenuator Pads 7 - List of Definitions Q - Return to DOS Pick One

Passive Filter Designs

- 1 - Low-Pass Constant-K T Filter Design
- 2 - High-Pass Constant-K T Filter Design
- 3 - Bandpass Constant-K T Filter Design
- 4 - Low Pass Constant-K Pi Filter Design
- 5 - High Pass Constant-K Pi Filter Design
- 6 - Bandpass Constant-K Pi Filter Design
- 7 - Band-Elimination Constant-K Pi Filter Design
- 8 - Band-Elimination Constant-K T Filter Design

Q - Return to Filter Menu

Pick One

**** High-Pass Constant-K T Filter ****

This Program calculates the inductance and capacitance of the elements of a High-pass constant-k T filter. You must enter the cutoff frequency and the terminating resistance in ohms.

Enter the terminating resistance (ohms) : 600

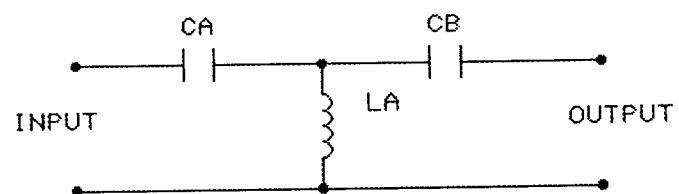
Enter the cutoff frequency (hz) : 450000

The filter components are :

La = 0.106 millihenries
Ca = 0.000589 microfarads
Cb = 0.000589 microfarads

Want a Hardcopy ? (Y/N)

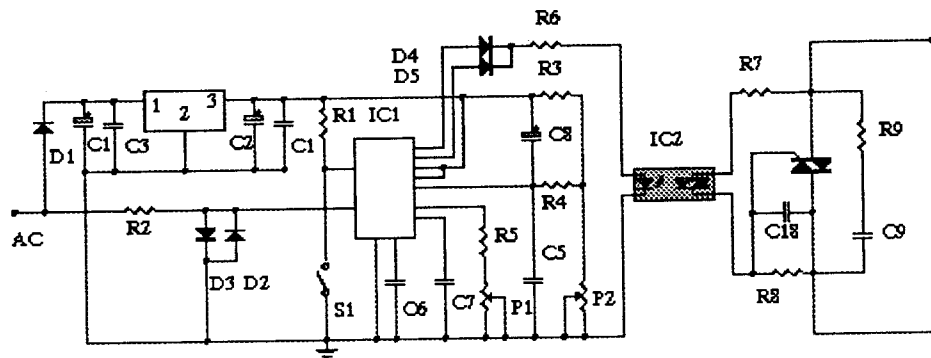
HIGH-PASS CONSTANT-K FILTER T CIRCUIT



Want a Hardcopy ? (Y/N)

ภาคผนวก จ.

วงจร และรายการอุปกรณ์



รูปที่ 3.5

รายการอุปกรณ์

ความต้านทาน

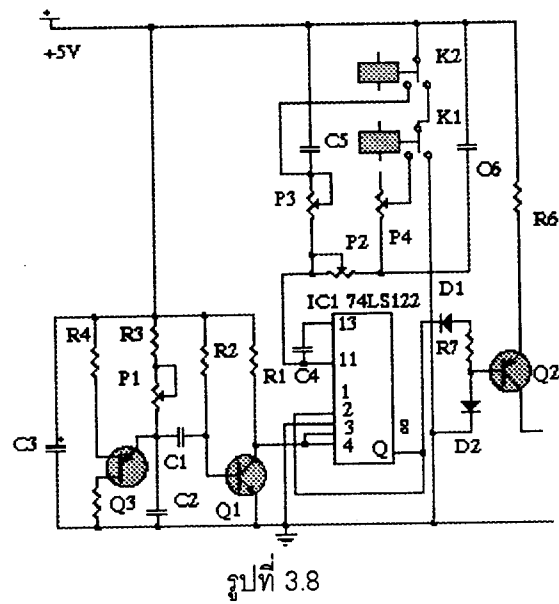
- | | | |
|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 1. $R1 = 10K\Omega$ | 2. $R2 = 10K\Omega$ | 3. $R3 = 4.7K\Omega$ |
| 4. $R4 = 2.2K\Omega$ | 5. $R5 = 22K\Omega$ | 6. $R6 = 1K\Omega$ |
| 7. $R7 = 56\Omega$ | 8. $R8 = 330\Omega$ | 9. $R9 = 39\Omega$ |
| 10. $P1 = 100K\Omega$ | 11. $P2 = 10K\Omega$ | |

คาปาซิเตอร์

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. $C1 = 1000 \mu F 25V$ | 2. $C2 = 220 \mu F 16 V$ | 3. $C3 = .047 \mu F 50V$ |
| 4. $C4 = .047 \mu F 50V$ | 5. $C5 = 100nF 50V$ | 6. $C6 = 47nF 63V$ |
| 7. $C7 = 3.3nF 63V$ | 8. $C8 = 3.3 \mu F 50V$ | 9. $C9 = .1 \mu F 630V$ |

สารกึ่งตัวนำ

- | | | |
|-------------------|--------------------------------|-------------------|
| 1. $D1 = 1N4002$ | 2. $D2 = D3 = D4 = D5 = 1N914$ | |
| 3. $IC1 = TCA785$ | 4. $IC2 = MOC3020$ | 5. $IC3 = LM7815$ |
| 6. $Q1 = Q4025P$ | | |



ความต้านทาน

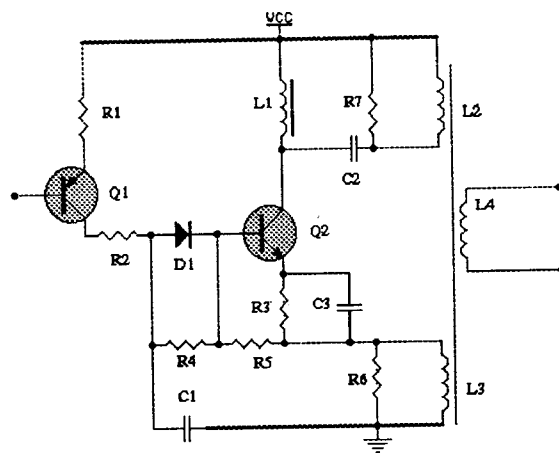
1. $R1 = 2.2K\Omega$ 2. $R2 = 20K\Omega$ 3. $R3 = 8.2K\Omega$
4. $R4 = 1K\Omega$ 5. $R5 = 100\Omega$ 6. $R6 = 1K\Omega$
7. $R7 = 2.2K\Omega$
8. $P1 = P2 = P3 = 15K\Omega$ 9. $P4 = 20K\Omega$

คาปาซิเตอร์

1. $C1 = 200pF$ 2. $C2 = .0033 \mu F$ 3. $C3 = 220 \mu F$
4. $C4 = .0075 \mu F$ 5. $C5 = C6 = .0022 \mu F$

สารกึ่งตัวนำ

1. $Q1 = 2N2222$ 2. $Q2 = MPSA92$ 3. $Q3 = 2N3847$
4. $IC1 = 74LS122$ 5. $D1 = D2 = 1N4148$



รูปที่ 3.9

ความต้านทาน

$$R1 = 1K\Omega \quad R2 = 15K\Omega \quad R3 = R6 = 10\Omega$$

$$R4 = R7 = 4.7K\Omega \quad R5 = 470\Omega$$

$$L1 = 100 \mu H$$

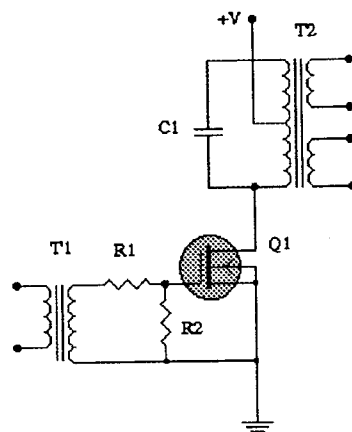
คาปาซิเตอร์

$$C1 = .0033 \mu F \quad C2 = .001 \mu F \quad C3 = .1 \mu F$$

สารกึ่งตัวนำ

$$Q1 = MPSA92$$

$$Q2 = BUX32$$



รูปที่ 3.14

ความต้านทาน

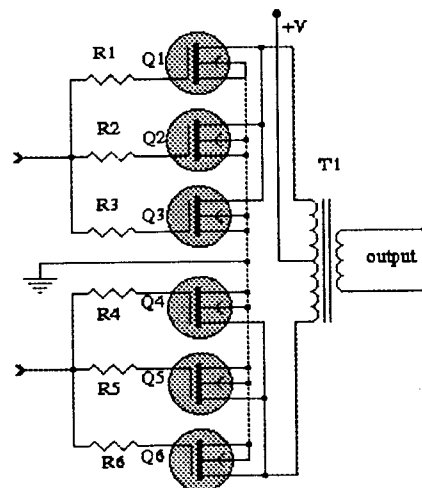
$$R1 = 10\Omega \quad R2 = 47\Omega$$

คาปาซิเตอร์

$$C1 = 1000\text{pF}$$

สารกึ่งตัวนำ

$$Q1 = \text{IRF840}$$



รูปที่ 3.15

ความต้านทาน

$$R1 = R2 = R3 = R4 = R5 = R6 = 50\Omega$$

สารกึ่งตัวนำ

$$Q1 = Q2 = Q3 = Q4 = Q5 = Q6 = \text{IRF450}$$