



□ 梁 杰

LC 滤波器无论在低频或高频的电子技术中都得到广泛应用。它可以选择某一频率或一组频率的信号通过滤波器电路,而阻止或衰减其它频率的信号。它本身没有信号增益,通过的输出信号略小于输入信号。

按滤波器的电抗元件结构区分,有 T、L、 π 型滤波器。按电特性区分,有 K 型、M 型滤波器等。

滤波器截止频率 f_c 是指在频率特性曲线峰值以下半功率点的对应频率,即在峰值电压 70.7% 处,功率下降至最大功率的 50%。在低通滤波器 f_c 为上截止频率,在高通滤波器 f_c 为下截止频率,在带通滤波器有上、下两个截止频率。

插入损失是在滤波器通频带内信号通路所造成的损失。滤波器衰减是在通带外产生的。

k 与 m 的意义

k 与 m 是涉及滤波器电特性的系数,故有常数 K 型滤波器和 M 导出型滤波器之分。

在常数 K 型滤波器中,串联电抗与并联电抗之乘积在限定的频率范围内保持为常数。

$$k = X_c X_L = \frac{2\pi f L}{2\pi f C} = \frac{L}{C}$$

M 导出型滤波器是从常数 K 滤波器推演而来的(一种变型)。只不过 K 型滤波器的元件参数要乘以系数 m。这个系数小于 1 大于零。M 导出型滤波器比常数 K 滤波器有较陡峭的截止特性。

$$m \text{ 系数表示为 } m = \frac{f_c}{f_\infty}$$

$$\text{对于低通滤波器 } m = \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_\infty}\right)^2}$$

$$\text{对于高通滤波器 } m = \sqrt{1 - \left(\frac{f_\infty}{f_c}\right)^2}$$

f_∞ 称为衰减极限频率。

常用 LC 滤波器的设计计算

1. 高通 K 型滤波器。如图 1 所示:

敏电阻,应将 R_T 和 W 互换位置。

此电路有几处错误及不当之处,请指出此电路设计中有什么问题,为什么,并给出正确的电路设计。凡能指出全部错误的前三名读者(顺序以投寄地邮戳为

$$C = \frac{1}{4\pi f_c R} \quad L = \frac{R}{2\pi f_c}$$

$$R = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$f_c = \frac{1}{4\pi \sqrt{L_1 C_2}}$$

C—串联电容

(法拉 F); L—并联电感(亨 H); R—两端所接电阻(Ω); f_c 为截止频率(H_z);

K 型滤波器只能在一个频率上达到阻抗匹配,在高通 K 型滤波器电容总是串联,电感总是并联。

2. 带通 K 型滤波器

带通滤波器能通过所选择的连续的频段,在频段之外(高于或低于)均被阻止通过。按图 2 所示的基本结构,它由一个串联谐振电路 L_1 、 C_1 和一个并联谐振电路 L_2 、 C_2 组成,串联谐振电路在谐振频率时只有很小的信号衰减。并联谐振回路有最大阻塞作用。这两个电路都调谐在通频带的中间频率。

$$C_1 = \frac{f_2 - f_1}{2\pi f_1 f_2 Z_0}$$

$$C_2 = \frac{1}{\pi (f_2 - f_1) Z_0}$$

$$L_1 = \frac{Z_0}{\pi (f_2 - f_1)}$$

$$L_2 = \frac{(f_2 - f_1) Z_0}{4\pi f_1 f_2}$$

L_1 、 L_2

单位为亨

(H); C_1 、 C_2

单位为法

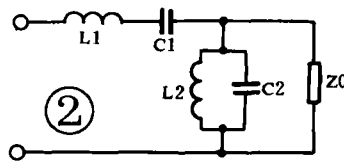
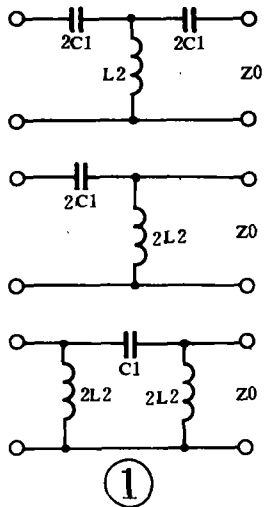
(F); Z_0 为

额定的外接

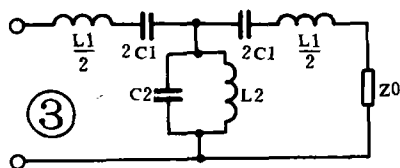
电阻(Ω);

f_2 、 f_1 分别为上截止和下截止频率(H_z)。

图 3 为 K 式带通滤波器,串联臂由两个 L_1 、 C_1 串联谐振电路所代替。 L_2 、 C_2 形成并联谐振回路。 L_1 除以 2, C_1 乘以 2。



准,信封正面请注明“考考你”栏目),本刊除择优选登(付优厚稿酬)外,并将奖励今年全年合订本一套(两册)。(张伯龄)



$$L1 = \frac{Z_0}{\pi(f_2 - f_1)} \quad C1 = \frac{f_2 - f_1}{4\pi f_1 f_2 Z_0}$$

$$L2 = \frac{(f_2 - f_1)}{4\pi f_1 f_2} \quad C2 = \frac{1}{\pi(f_2 - f_1) Z_0}$$

$$f_m = \sqrt{f_1 f_2} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_2 C_2}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 C_1}}$$

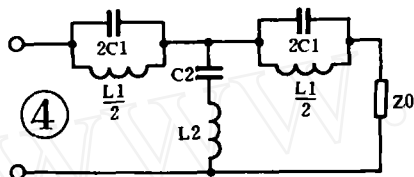
$$Z_0 = \sqrt{\frac{L_1}{C_2}} = \sqrt{\frac{L_2}{C_1}}$$

L_1 、 L_2 单位为亨 (H); C_1 、 C_2 单位为法 (F); f_2 、 f_1 为频带上、下截止频率 (Hz); f_m 为通频带中心频率 (Hz); Z_0 为传输线阻抗。

3. 止带 K 型滤波器

这是指网络在一定频率范围内阻止或抑制信号通过, 称为止带滤波器。

如图 4 所示, 将两个并联谐振回路串联起来, 在其间跨一串谐振回路至公共点。元件参数如下:



$$C1 = \frac{1}{4\pi(f_2 - f_1) Z_0} \quad C2 = \frac{(f_2 - f_1)}{\pi f_1 f_2 Z_0}$$

$$L1 = \frac{(f_2 - f_1) Z_0}{\pi f_1 f_2} \quad L2 = \frac{Z_0}{4\pi(f_2 - f_1)}$$

$$f_m = \sqrt{f_1 f_2} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 C_1}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_2 C_2}}$$

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L_1}{C_2}} = \sqrt{\frac{L_2}{C_1}}$$

C_1 、 C_2 单位为法 (F);
 L_1 、 L_2 单位为亨 (H);
 R 为末端连接电阻 (Ω);
 f_1 、 f_2 上下截止频率 (Hz)。

4. 低通 K 型滤波器

如图 5 所示, 其参数值:

$$C1 = \frac{1}{\pi f_c Z_0} \quad L1 = \frac{Z_0}{\pi f_c}$$

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L1}{C2}} \quad f_c = \frac{1}{\pi \sqrt{L1 C1}}$$

C : 法 (F); L : 亨 (H); Z_0 负载电阻 (Ω); f_c : 截止频率 (Hz)。

5. M 型串、并联滤波器

电子制作

有关 M 型滤波器见图 6; 其计算式分别如下:

(a) 串联低通 m

型滤波器

$$L1 = m \left(\frac{Z_0}{2\pi f_c} \right)$$

$$L2 = \left(\frac{1 - m^2}{4m} \right)$$

$$\left(\frac{Z_0}{2\pi f_c} \right)$$

$$C2 = m \frac{1}{\pi f_c Z_0}$$

(b) 串联高通 m

型滤波器

$$L2 = \frac{Z_0}{4\pi f_c m}$$

$$C1 = \frac{1}{4\pi f_c Z_0 m}$$

$$C2 = \left(\frac{4m}{1 - m^2} \right)$$

$$\left(\frac{1}{4\pi f_c Z_0} \right)$$

(c) 并联低

通 m 型滤波器

$$L1 = m \frac{Z_0}{\pi f_c}$$

$$C1 = \left(\frac{1 - m^2}{4m} \right)$$

$$\left(\frac{1}{\pi f_c Z_0} \right)$$

$$C2 = m \left(\frac{1}{\pi f_c Z_0} \right)$$

(d) 并联高

通 m 型滤波器

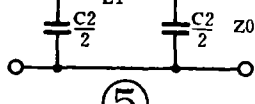
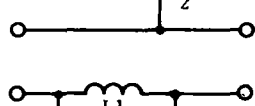
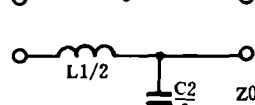
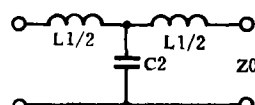
$$L1 = \left(\frac{4m}{1 - m^2} \right)$$

$$\left(\frac{Z_0}{4\pi f_c} \right)$$

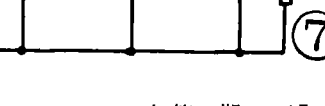
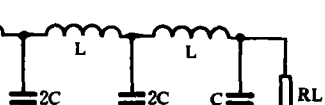
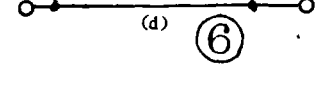
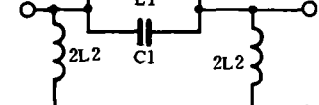
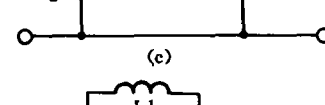
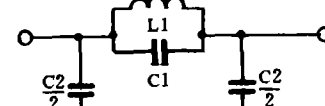
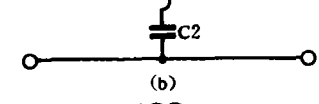
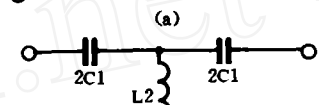
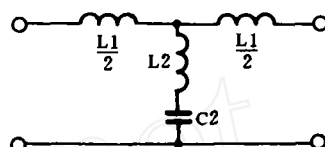
$$L2 = \frac{Z_0}{4\pi f_c m}$$

$$C1 = \frac{1}{4\pi f_c Z_0 m}$$

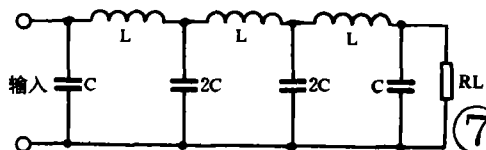
m 之计算如前所述。



⑤



⑥



⑦



北方交通大学铁思源服务公司仪器部供应闲置通用电子仪器

| | | | |
|---|--|---|---|
| 国产示波器, 5兆双踪 DL4210/700元, SR8/1050元 30兆: SBM10A/SR20/SR33 650/900/1600元 60兆: SR35/BS4331/SE18 1900元/1600元 100兆: SR37/SR101/SE19/SBM14 2500/2300/800元 记忆: SJ3/SJ7; 15兆/30兆 1800元/2800元 双踪高灵敏度: SR12/SR46/SG1 (新) 1200/3200元 进口示波器: 20兆: OS1420 数字存储 3200元 BS601/ V212/SS5702/COS5021/GW522/MS6022 1800元 40兆: V422/COS5041/MS6035/DX5035/ 2400元 60兆: TEK2213 美国/COS5060 日本 3500/2800元 100兆: CS2100 四通道 八踪/V1050F/VP5512A/ COS6100/TEK2235 美国/HP1742A 美国 4200元 150兆: PM3265 飞利浦/OS710 5200元/2600元 200兆: SS212/SS200/HP1715A 3500元/5800元 300兆: OCT569E/6800元 350兆 TEK485/9800元 | 记忆: TEK7623A100兆 5200元 示波表 SC-02, 15兆记忆 1800元 图示仪: JT1/JT3 680/900元 QT1QT2QT14, 850/1800/1600元 逻辑分析仪: SL4601 5000元 扫频仪: 1GHz 德国 5000元 BT3/BT4/BT7 730/1200/780元 毫伏表: DA16 1兆 180元 GB9B (九成新) 150元 DA1/DA2 1000兆 280元 选频微伏表 DW2/300兆 680元 信号源 XG2 500兆 1800元 XB35/XPC6 4-300兆 680元 XD1/XD2/XD7 低频 250/400元 XD22, 低频方波, 正弦波 400元 | 电子管测试仪: GS-5A 550元/650元 功率计: GLZ-1 0-100W 700元 失真仪 BS1/SZ3/BS1A 320/280/780元 直流稳压电源 1A-5A, 150元-350元 10A/450元, 20A/700元, 30A/1000元 2A 双路电源 350元, 3A 双路 400元 交流稳压电源: 1kVA 300元, 3kVA/650元, 5kVA/850元。 调压器: 三相 9kVA 900元。 不间断电源 500W/350元 1000W/600元 微机: PC586/3500元、PC386/1100元 显示器: CGA 单显 100元, 彩显 150元, VGA 彩显 450元。 打印机: 24针/800元, 9针/400元 复印机: 2000元-5000元。 | 频率计 LT9801/2.4G580 元新彩电信号源: 868/2型 372元。我公司是北方交大 校办企业, 长期经营各院 校、科研机构闲置换装设 备, 6~9成新, 价格为原值 的 10%~40%。售出仪器 均经校验, 保证性能, 保修 半年, 一周内可退换, 赠图 纸说明书及附件。代办邮 购, 邮费实收。另有多种仪 器, 版面有限刊登不详, 欢 迎来电、来信索取详细目 录, 附邮票 0.5 元。代售仪 器附件: 示波器探头 10: 1 每支 45 元。 |
|---|--|---|---|

通讯地址: 北方交通大学铁思源服务公司 邮编: 100044 经理: 刘维智 电话: (010) 62277917 (日), 62256622 转 2791 (夜)
乘车线路: 北京站乘地铁, 西客站乘 21 路均到西直门换乘 16 路汽车到北方交通大学下车。进校内家属区西六楼 (交大基建处对面)

广告: 9902-06

中国家电维修协会信息部发售教学录像带

●《家用录像机维修》(协会版) 6 小时 3 盘 350 元; ●《家用录像机维修》(协会版) 6 小时 2 盘 250 元; ●《全自动洗衣机故障与维修》(协会版) 45 分钟 1 盘 80 元; ●《家用空调器原理、安装与维修》(邮电版) 5 小时 2 盘 360 元, 配套教材 20 元; ●《摩托车维修技术》(邮电版) 5 小时 2 盘 360 元, 配套教材 35 元; ●《黑白电视机维修》(劳动版) 1 盘 200 元; ●《电冰箱维修》(劳动版) 1 盘 200 元; ●《汽车维修》(劳动版) 3 盘 600 元; ●《照像机维修》(劳动版) 1 盘 200 元; ●《无线移动电话使用与维修》(劳动版) 1 盘 200 元; ●《影碟机原理与维修》(中央电视台播放版) 12 盘 1200 元, 配套教材 40 元。其中: ①《激光头的故障检修》6 小时 3 盘 300 元; ②《V-CD 影碟机原理与维修》6 小时 300 元; ③《LD 影碟机原理与维修》6 小时 3 盘 300 元。●《彩电原理、使用与维修》(中国教育台播出版) 12 盘 1200 元, 配套教材 23 元。其中: ①《彩电基本原理与维修》8 小时 4 盘 400 元; ②《遥控彩电原理与维修》8 小时 4 盘 400 元; ③《大屏幕彩电原理与维修》8 小时 4 盘 400 元。●《常用仪器仪表和专用工具的使用方法》2 小时 1 盘 120 元。以上每盘另收邮费 5 元。

汇款地址: 北京市阜成路 11 号轻工业学院 8 号信箱, 收款人: 李辉, 咨询电话: 68905076、68905240。

广告: 9902-07

河北泊头市五金塑料电器厂

厂价供冰箱电子温控器, 节电型成品 18 元, 壳 2 元, 代替型成品 15 元, 壳 1 元, 均包括金属件钮。电子镇流器阻然亮双 40W0.6 元/只, 40W0.5 元/只, 塑壳铁壳 1.1 元, 散热器 0.05 元/只, 直径 10×20 骨架 2 元/百只, E25E2 骨架均 0.1 元/只, 配套灯箱插头线 0.5 元套, 卡子塑 0.06 元/只, 铜 0.1 元/只, 32W 插头 0.1 元/只 (含金属件) 全系列保险管 5×20, 2.5 元/百只; 6×30, 4.5 元/百只; 7×45, 7 元/百只, 彩电延时管 5 元/百只, 承接各种冲压件。插件、片材、型材、散热器。定做稳压器 UPS 医疗仪器电子设备机箱, 免收模具费。500 克以下注塑加工兼做五金塑料模具。邮费实收。

地址: 泊头市北部后桥屯 邮编: 062152 传真/电话: 0317-8363636 联系人: 冯红 手机: 0138-3250200

广告: 9902-08

中国计算机学会、北京市单片机协会常年举办“单片机函授班”

学员零作业, 教师批改。开考考试发证。

普及班 (60 元): 每年 3 月和 9 月开学。租 DP-851 教具。

提高班 (70 元): 每年 4 月和 10 月开学。租 DP-851K 教具。

设计班 (50 元): 从提高班学员中招生, 租 DP-852 教具。

邮套件 (498 元): “走进单片机世界” 讲座介绍的 DP-851K。

写信到北京德内甲 265 号仪表厂 (100035) 虎文姬 66186008 要报名表。

DP-821 单片机智能板 (78 元): 适合电子爱好者制作。

DP-801 单片机控制板 (148 元): 适合学校科技活动课。

邮购地址: 100053 北京 2916 信箱科技馆 罗明宽 63521442。

广告: 9902-09

'99 春季 (第 53 届) 全国电子产品展销订货会

展会网址: www.chinaelec.com

时间: 1999 年 4 月 16~18 日

展出范围: 半导体器件、集成电路、电真空器件及专用材料、电子元件、电线电缆、接插件、计算机及软件、办公自动化设备、通信、广播电视设备、视听音响器材、各类电源、电子测量测试仪器仪表、电子生产专用设备、各类家用电器及电子消费品、电子信息产品等

展出面积: 15000 平方米

大会组委会地址: 北京市复兴路 49 号

联系人: 王立农、薛松

主办单位: 中国电子器材总公司

地点: 广西桂林国际贸易展览中心 (桂林市七星路 26 号)

预计参观人数: 25000 人

邮编: 100036

电话: 86 10 68207732/68189519

电子信箱: ceac@public.bta.net.cn

传真: 86 10 68181714

6. 级联滤波器

将各滤波级级联起来, 就可以得到很锐利衰减的滤波器, 如图 7。电感元件有相同的数值, 电容器数值

在 π 型连接时却有 2 倍值。

注意: 电感线圈之间防止互相电磁耦合, 线圈要互相成直角安装, 并尽可能分开。