

国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划
项目检查验收试题库
《电工学》

机械加工技术专业

目 录

一、填空题	1
二、判断题	3
三、选择题	5
四、问答题	9
五、计算题	12



一、填空题

1. 任何一个完整的电路都必须有 电源、负载 和 中间环节 3 个基本部分组成。具有单一电磁特性的电路元件称为 理想 电路元件，由它们组成的电路称为 电路模型。电路的作用是对电能进行 传输、分配 和 转换；对电信号进行 传递、存储 和 处理。

2. 反映实际电路器件耗能电磁特性的理想电路元件是 电阻 元件；反映实际电路器件储存磁场能量特性的理想电路元件是 电感 元件；反映实际电路器件储存电场能量特性的理想电路元件是 电容 元件，它们都是 无源二端 元件。

3. 电路有 通路、开路 和 短路 三种工作状态。当电路中电流 $I = \frac{U}{R_0}$ 、端电压 $U=0$ 时，此种状态称作 短路，这种情况下电源产生的功率全部消耗在 内阻 上。

4. 从耗能的观点来讲，电阻元件为 耗能 元件；电感和电容元件为 储能 元件。

5. 电路图上标示的电流、电压方向称为 参考方向，假定某元件是负载时，该元件两端的电压和通过元件的电流方向应为 关联参考 方向。

6. 表征正弦交流电振荡幅度的量是它的 最大值；表征正弦交流电随时间变化快慢程度的量是 角频率 ω ；表征正弦交流电起始位置时的量称为它的 初相。三者称为正弦量的 三要素。

7. 电阻元件上任一瞬间的电压电流关系可表示为 $u = iR$ ；电感元件上任一瞬间的电压电流关系可以表示为 $u_L = L \frac{di}{dt}$ ；电容元件上任一瞬间的电压电流关系可以表示为 $i_C = C \frac{du_C}{dt}$ 。由上述三个关系式可得，电阻 元件为即时元件；电感 和 电容 元件为动态元件。

8. 在 RLC 串联电路中，已知电流为 $5A$ ，电阻为 30Ω ，感抗为 40Ω ，容抗为 80Ω ，那么电路的阻抗为 50Ω ，该电路为 容 性电路。电路中吸收的有功功率为 $450W$ ，吸收的无功功率又为 $600var$ 。

9. 对称三相负载作 Y 接，接在 $380V$ 的三相四线制电源上。此时负载



端的相电压等于 $\frac{1}{\sqrt{3}}$ 倍的线电压；相电流等于 $\frac{1}{3}$ 倍的线电流；中线电流等于 0。

10. 有一对称三相负载成星形联接，每相阻抗均为 $22\ \Omega$ ，功率因数为 0.8，又测出负载中的电流为 10A，那么三相电路的有功功率为 5280W ；无功功率为 3960var ；视在功率为 6600VA 。假如负载为感性设备，则等效电阻是 $17.6\ \Omega$ ；等效电感量为(工频下) 42mH 。

11. 变压器运行中，绕组中电流的热效应所引起的损耗称为 铜 损耗；交变磁场在铁心中所引起的 磁滞 损耗和 涡流 损耗合称为 铁 损耗。铁 损耗又称为不变损耗；铜 损耗称为可变损耗。

12. 变压器空载电流的 有功 分量很小，无功 分量很大，因此空载的变压器，其功率因数 很低，而且是 感 性的。

13. 电压互感器在运行中，副方绕组不允许 短路；而电流互感器在运行中，副方绕组不允许 开路。从安全的角度出发，二者在运行中，其铁心和副绕组都应可靠地接地。

14. 变压器是能改变 电压、电流 和 阻抗 的 静止 的电气设备。

15. 三相变压器的额定电压，无论原方或副方的均指其 线电压；而原方和副方的额定电流均指其 线电流。

16. 变压器空载运行时，其 空载电流 是很小的，所以空载损耗近似等于 铁损耗。

17. 电源电压不变，当副边电流增大时，变压器铁心中的工作主磁通 Φ 将 基本维持不变。

18. 异步电动机根据转子结构的不同可分为 绕线 式和 鼠笼 式两大类。它们的工作原理 相同。鼠笼 式电机调速性能较差，绕线 式电机调速性能较好。

19. 三相异步电动机主要由 定子 和 转子 两大部分组成。电机的铁心是由相互绝缘的 硅钢 片叠压制成。电动机的定子绕组可以联接成 三角形 或 星形 两种方式。



20. 旋转磁场的旋转方向与通入定子绕组中三相电流的相序有关。异步电动机的转动方向与旋转磁场的方向相同。旋转磁场的转速决定于旋转磁场的磁极对数和电源频率。

21. 电动机常用的两种降压起动方法是Y- Δ 降压起动和自耦补偿器降压起动。

22. 若将额定频率为 60Hz 的三相异步电动机，接在频率为 50Hz 的电源上使用，电动机的转速将会低于额定转速。改变电源频率或磁极对数可以改变旋转磁场的转速。

23. 转差率是分析异步电动机运行情况的一个重要参数。转子转速越接近磁场转速，则转差率越小。对应于最大转矩处的转差率称为临界转差率。

24. 降压起动是指利用起动设备将电压适当降低后加到电动机的定子绕组上进行起动，待电动机达到一定的转速后，再使其恢复到额定电压情况下正常运行。

25. 异步电动机的调速可以用改变变极、变频和变转差率三种方法来实现。

26. 熔断器在电路中起短路保护作用；热继电器在电路中起过载保护作用。

27. 多地控制线路的特点是：起动按钮应并联在一起，停止按钮应串联在一起。

二、判断题

1. 理想电流源输出恒定的电流，其输出端电压由内电阻决定。（错）
2. 电阻、电流和电压都是电路中的基本物理量。（错）
3. 电压是产生电流的根本原因。因此电路中有电压必有电流。（错）
4. 绝缘体两端的电压无论再高，都不可能通过电流。（错）
5. 正弦量的三要素是指最大值、角频率和相位。（错）
6. 电感元件的正弦交流电路中，消耗的有功功率等于零。（对）



7. 因为正弦量可以用相量来表示,所以说相量就是正弦量。 (错)
8. 电压三角形是相量图,阻抗三角形也是相量图。 (错)
9. 正弦交流电路的视在功率等于有功功率和无功功率之和。 (错)
10. 一个实际的电感线圈,在任何情况下呈现的电特性都是感性。(错)
11. 串接在正弦交流电路中的功率表,测量的是交流电路的有功功率。
(错)
12. 正弦交流电路的频率越高,阻抗越大;频率越低,阻抗越小。 (错)
13. 中线的作用就是使不对称 Y 接负载的端电压保持对称。 (对)
14. 三相电路的有功功率,在任何情况下都可以用二瓦计法进行测量。
(错)
15. 三相负载作三角形联接时,总有 $I_l = \sqrt{3}I_p$ 成立。 (错)
16. 负载作星形联接时,必有线电流等于相电流。 (对)
17. 三相不对称负载越接近对称,中线上通过的电流就越小。
(对)
18. 中线不允许断开。因此不能安装保险丝和开关,并且中线截面比
火线粗。(错)
19. 变压器的损耗越大,其效率就越低。 (对)
20. 变压器从空载到满载,铁心中的工作主磁通和铁损耗基本不变。
(对)
21. 变压器无论带何性质的负载,当负载电流增大时,输出电压必降
低。(错)
22. 电流互感器运行中副边不允许开路,否则会感应出高电压而造成
事故。 (错)
23. 互感器既可用于交流电路又可用于直流电路。 (错)
6. 变压器是依据电磁感应原理工作的。 (对)
24. 电机、电器的铁心通常都是用软磁性材料制成。 (对)
25. 自耦变压器由于原副边有电的联系,所以不能作为安全变压器使



用。（对）

26. 变压器的原绕组就是高压绕组。（错）

27. 当加在定子绕组上的电压降低时，将引起转速下降，电流减小。

（错）

28. 电动机的电磁转矩与电源电压的平方成正比。（对）

29. 起动电流会随着转速的升高而逐渐减小，最后达到稳定值。（对）

30. 电动机正常运行时，负载的转矩不得超过最大转矩，否则将出现堵转现象。（对）

31. 电动机的额定功率是指电动机轴上输出的机械功率。（对）

32. 电动机的转速与磁极对数有关，磁极对数越多转速越高。（错）

33. 三相异步电动机在满载和空载下起动时，起动电流是一样的。（错）

34. 采用多地控制时，起动按钮应串联在一起，停止按钮应并联在一起。（错）

35. 高压隔离开关是切断和接通高压线路工作电流的开关电器。

（错）

36. 接触器的辅助常开触头在电路中起自锁作用，辅助常闭触头起互锁作用。（对）

三、选择题

1. 当元件两端电压与通过元件的电流取关联参考方向时，即为假设该元件（A）功率；当元件两端电压与通过电流取非关联参考方向时，即为假设该元件（B）功率。

A、吸收； B、发出。

2. 一个输出电压几乎不变的设备有载运行，当负载增大时，是指（C）

A、负载电阻增大； B、负载电阻减小； C、电源输出的电流增大。

3. 当电流源开路时，该电流源内部（C）

A、有电流，有功率损耗； B、无电流，无功率损耗； C、有电流，无功率损耗。



4. 某电阻元件的额定数据为“ $1\text{K}\Omega$ 、 2.5W ”，正常使用时允许流过的最大电流为（ A ）

A、 50mA ； B、 2.5mA ； C、 250mA 。

5. 某正弦电压有效值为 380V ，频率为 50Hz ，计时始数值等于 380V ，其瞬时值表达式为（ B ）

A、 $u = 380\sin 314t \text{ V}$ ； B、 $u = 537\sin(314t + 45^\circ) \text{ V}$ ； C、 $u = 380\sin(314t + 90^\circ) \text{ V}$ 。

6. 一个电热器，接在 10V 的直流电源上，产生的功率为 P 。把它改接在正弦交流电源上，使其产生的功率为 $P/2$ ，则正弦交流电源电压的最大值为（ D ）

A、 7.07V ； B、 5V ； C、 14V ； D、 10V 。

7. 提高供电电路的功率因数，下列说法正确的是（ D ）

A、减少了用电设备中无用的无功功率； B、减少了用电设备的有功功率，提高了电源设备的容量； C、可以节省电能； D、可提高电源设备的利用率并减小输电线路中的功率损耗。

8. 已知 $i_1 = 10\sin(314t + 90^\circ) \text{ A}$ ， $i_2 = 10\sin(628t + 30^\circ) \text{ A}$ ，则（ C ）

A、 i_1 超前 $i_2 60^\circ$ ； B、 i_1 滞后 $i_2 60^\circ$ ； C、相位差无法判断。

9. 电容元件的正弦交流电路中，电压有效值不变，频率增大时，电路中电流将（ A ）

A、增大； B、减小； C、不变。

10. 在 RL 串联电路中， $U_R = 16\text{V}$ ， $U_L = 12\text{V}$ ，则总电压为（ B ）

A、 28V ； B、 20V ； C、 2V 。

11. RLC 串联电路在 f_0 时发生谐振，当频率增加到 $2f_0$ 时，电路性质呈（ B ）

A、电阻性； B、电感性； C、电容性。

12. 正弦交流电路的视在功率是表征该电路的（ A ）

A、电压有效值与电流有效值乘积； B、平均功率； C、瞬时功率最大值。



13. 三相对称电路是指（ C ）

- A、三相电源对称的电路； B、三相负载对称的电路；
C、三相电源和三相负载均对称的电路。

14. 三相四线制供电线路，已知作星形联接的三相负载中 U 相为纯电阻，V 相为纯电感，W 相为纯电容，通过三相负载的电流均为 10 安培，则中线电流为（ C ）

- A、30 安； B、10 安； C、27.32 安。

15. 有“220V、100W”“220V、25W”白炽灯两盏，串联后接入 220V 交流电源，其亮度情况是（ B ）

- A、100W 灯泡最亮； B、25W 灯泡最亮； C、两只灯泡一样亮。

16. 变压器若带感性负载，从轻载到满载，其输出电压将会（ B ）

- A、升高； B、降低； C、不变。

17. 变压器从空载到满载，铁心中的工作主磁通将（ C ）

- A、增大； B、减小； C、基本不变。

18. 电压互感器实际上是降压变压器，其原、副方匝数及导线截面情况是（ A ）

- A、原方匝数多，导线截面小； B、副方匝数多，导线截面小。

19. 自耦变压器不能作为安全电源变压器的原因是（ B ）

A、公共部分电流太小； B、原副边有电的联系； C、原副边有磁的联系。

20. 决定电流互感器原边电流大小的因素是（ D ）

A、副边电流； B、副边所接负载； C、变流比； D、被测电路。

21. 若电源电压高于额定电压，则变压器空载电流和铁耗比原来的数值将（ B ）

- A、减少； B、增大； C、不变。

22. 三相对称绕组在空间位置上应彼此相差（ B ）



A、 60° 电角度； B、 120° 电角度； C、 180° 电角度； D、 360° 电角度。

23. 三相异步电动机的旋转方向与通入三相绕组的三相电流（ C ）有关。

A、大小； B、方向； C、相序； D、频率。

24. 三相异步电动机旋转磁场的转速与（ C ）有关。

A、负载大小； B、定子绕组上电压大小； C、电源频率； D、三相转子绕组所串电阻的大小。

25. 三相异步电动机的最大转矩与（ B ）

A、电压成正比； B、电压平方成正比； C、电压成反比； D、电压平方成反比。

26. 三相异步电动机的起动电流与起动时的（ B ）

A、电压成正比； B、电压平方成正比； C、电压成反比； D、电压平方成反比。

27. 能耗制动的方法就是在切断三相电源的同时（ D ）

A、给转子绕组中通入交流电； B、给转子绕组中通入直流电；
C、给定子绕组中通入交流电； D、给定子绕组中通入直流电。

28. Y- Δ 降压起动，由于起动时每相定子绕组的电压为额定电压的 1.732 倍，所以起动转矩也只有直接起动时的（ A ）倍。

A、 $1/3$ ； B、0.866； C、3； D、 $1/9$ 。

29. 自动空气开关的热脱扣器用作（ A ）

A、过载保护； B、断路保护； C、短路保护； D、失压保护。

30. 交流接触器线圈电压过低将导致（ A ）

A、线圈电流显著增大； B、线圈电流显著减小； C、铁心涡流显著增大； D、铁心涡流显著减小。

31. 热继电器作电动机的保护时，适用于（ D ）

A、重载起动间断工作时的过载保护； B、频繁起动时的过载保护；



C、轻载起动连续工作时的过载保护； D、任何负载、任何工作制的过载保护。

四、问答题

1. 变压器的负载增加时，其原绕组中电流怎样变化？铁心中主磁通怎样变化？输出电压是否一定要降低？

答：变压器负载增加时，原绕组中的电流将随之增大，铁心中的主磁通将维持基本不变，输出电压在电阻性负载和感性负载时都要降低，但在容性负载情况下不一定要降低。

2. 若电源电压低于变压器的额定电压，输出功率应如何适当调整？若负载不变会引起什么后果？

答：若电源电压低于变压器的额定电压，输出功率应往下调整。由于铁心中的主磁通与电源电压成正比而随着电源电压的降低而减小，使得初、次级回路的磁耦合作用减弱，若负载不变则功率不变时，则次级电流将超过额定值，造成初级回路电流也超过额定值，变压器会损坏。

3. 变压器能否改变直流电压？为什么？

答：变压器是依据互感原理工作的，直流电压下无互感作用，所以变压器不能改变直流电压。

4. 三相异步电动机在一定负载下运行时，如电源电压降低，电动机的转矩、电流及转速有何变化？

答：当电源电压降低时， $T \downarrow \rightarrow$ （由于负载转矩并没变，所以平衡被打破） $n \downarrow \rightarrow s \uparrow \rightarrow I_1 \uparrow \rightarrow T' \uparrow \rightarrow$ （当电磁转矩重新和负载转矩达到平衡时，电动机转速 n' 不再下降），稳定下来并低于前面的转速 n 。

5. 三相异步电动机在正常运行时，如果转子突然被卡住，试问这时电动机的电流有何变化？对电动机有何影响？

答： $n=0$ ，转子切割磁力线的速度达最大，这时电动机的感应电流由于堵转而急速增大，可达正常运行时电流的 4~7 倍，因此不迅速关断电源时，电机将因过流很快烧损。



6. 三相异步电动机在额定状态附近运行，当（1）负载增大；（2）电压升高时，试分别说明其转速和电流作何变化？

答：①负载增大时，电动机转速下降，电流增大；②电压升高时，转速增大，电流减小。

7. 有的三相异步电动机有 380/220V 两种额定电压，定子绕组可以接成星形或者三角形，试问何时采用星形接法？何时采用三角形接法？

答：当电源线电压为 380V 时，定子绕组应接成星形；当电源线电压为 220V 时，定子绕组应接成三角形，这样就可保证无论作什么样的联接方法，各相绕组上的端电压不变。

8. 在电源电压不变的情况下，如果将三角形接法的电动机误接成星形，或者将星形接法的电动机误接成三角形，其后果如何？

答：电源电压不变的情况下，若误将三角形接法的电动机误接成星形，则将由于电压下降太多而使电机不能正常工作，若将星形接法的电动机误接成三角形，则将各相绕组上加的电压过高而造成电机烧损。

9. 三相异步电动机采用降压起动的目的是什么？何时采用降压起动？

答：降压起动的目的是减少起动电流，一般在不符合 $\frac{I_N}{I_N} \leq \frac{1}{4} + \frac{1}{4 \times \text{电动机功率 (KW)}}$ 的条件下应采取降压起动。

10. 交流接触器有何用途，主要有哪几部分组成，各起什么作用？

答：交流接触器主要用来频繁地远距离接通和切断主电路或大容量控制电路的控制电器。它主要由触点、电磁操作机构和灭弧装置等三部分组成。触点用来接通、切断电路；电磁操作机构用于当线圈通电，动铁心被吸下，使触点改变状态；灭弧装置用于主触点断开或闭合瞬间切断其产生的电弧，防止灼伤触头。

11. 简述热继电器的主要结构和动作原理。

答：热继电器主要由发热元件，双金属片和脱扣装置及常闭触头组成。当主电路中电流超过容许值而使双金属片受热时，它便向上弯曲，因而脱



扣，扣板在弹簧的拉力下将常闭触点断开。触点是接在电动机的控制电路中的，控制电路断开而使接触器的线圈断电，从而断开电动机的主电路

12. 自动空气开关有何用途？当电路出现短路或过载时，它是如何动作的？

答：自动空气开关是常用的一种低压保护电器，当电路发生短路、严重过载及电压过低等故障时能自动切断电路。开关的自由脱扣机构是一套连轩装置，有过流脱扣器和欠压脱扣器等，它们都是电磁铁。当主触点闭合后就被锁钩锁住。过流脱扣器在正常运行时其衔铁是释放着的，一旦发生严重过载或短路故障时，与主电路串联的线圈流过大电流而产生较强的电磁吸力把衔铁往下吸而顶开锁钩，使主触点断开，起到了过流保护作用。欠压脱扣器的工作恰恰相反，当电路电压正常时，并在电路上的励磁线圈产生足够强的电磁力将衔铁吸住，使料杆同脱扣机构脱离，主触点得以闭合。若失压（电压严重下降或断电），其吸力减小或完全消失，衔铁就被释放而使主触点断开。

13. 行程开关与按钮有何相同之处与不同之处？

答：行程开关与按钮都有一组动断（常闭）静触点和一组动合（常开）静触点；行程开关是自动电器，依靠机械机构动作而改变触头状态，而按钮是手动电器，根据需要进行控制。

14. 在电动机主电路中既然装有熔断器，为什么还要装热继电器？它们各起什么作用？

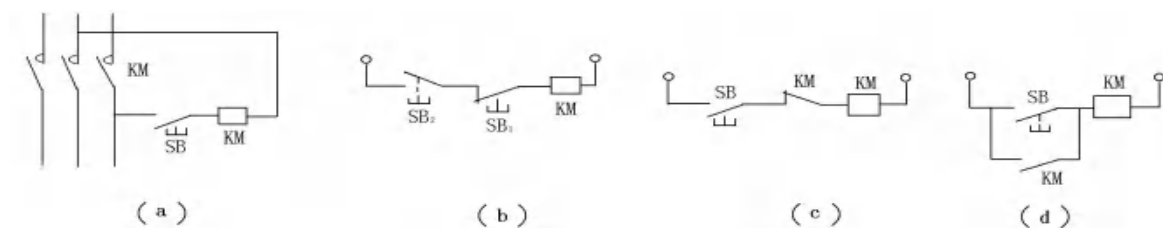
答：熔断器用以切断线路的过载和短路故障，当线路过载或短路时，由于大电流很快将熔断器熔断，起到保护电路上其他电器设备的作用。但因电动机主电路中选用的熔断器就不能起到过载保护作用，因电动机启动时启动电流较大，选用熔丝也大，当电动机过载时熔断器不会熔断，起不到过载保护作用。因此在电动机主电路中还要装热继电器。由于热惯性，热继电器又不能作短路保护。因为发生短路事故时，就要求电路立即断开，而热继电器是不能立即动作的。但是这个热惯性也是合乎要求的，在电动



机启动或短时过载时，热继电器不会动作，这可避免电动机的不必要的停车。在电动机主电路中熔断器起短路保护用，而热继电器起过载保护作用。

15. 接触器除具有接通和断开电路的功能外，还具有哪些保护功能？

答：接触器除具有接通和断开电动机主电路的功能外，还具有失压和欠压保护功能。



16. 如上图所示电路中，哪些能实现点动控制，哪些不能，为什么？

答：图（a）不能。因为 KM 没有闭合，所以，按按钮后，KM 线圈不能得电。

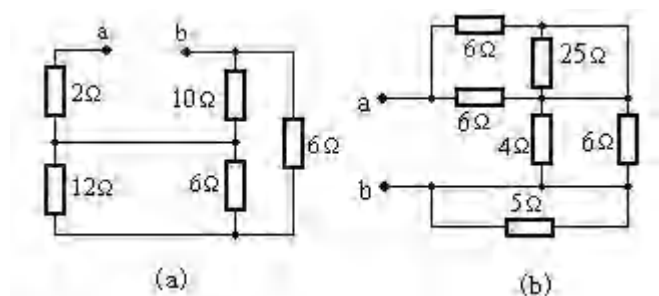
图（b）能正常实现点动。

图（c）不能。因为在 KM 的线圈中串联有自己的常闭触头，当线圈通电时，KM 的常闭触头就要断开，KM 线圈断电，如此反复，接触器产生振动。

图（d）不能。因为在启动按钮中并联有常开触头，当 KM 线圈通电时就要产生自锁。

五、计算题

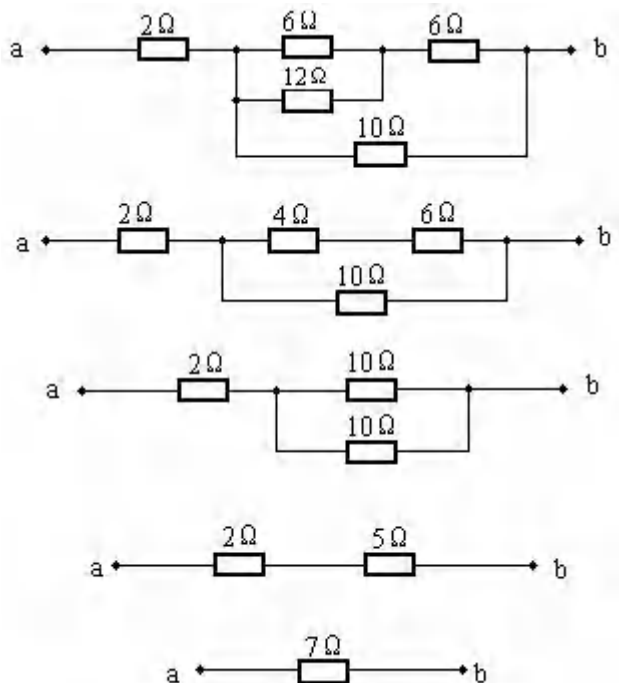
1. 已知电路如图所示，试计算 a、b 两端的电阻。





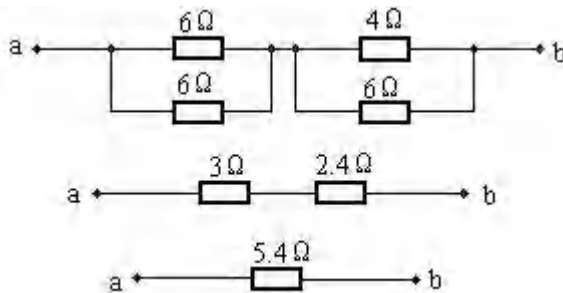
解：(1)在求解电阻网络的等效电阻时，应先将电路化简并转化为常规的直流电路。

该电路可等效化为：



(b) 先将电路图化简, 并转化为常规直流电路。

就本题而言, 仔细分析发现 25Ω 和 5Ω 电阻被短路, 则原图可化为:



2. 根据基尔霍夫定律, 求图所示电路中的电流 I_1 和 I_2 ;

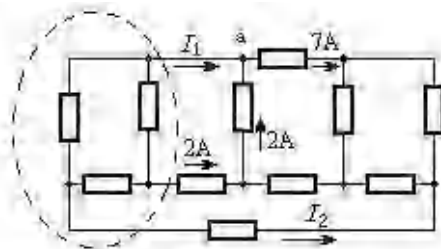
解：本题所涉及的基本定律就是基尔霍夫电流定律。基尔霍夫电流定律对电路中的任意结点适用, 对电路中的任何封闭面也适用。本题就是 KCL 对封闭面的应用。

对于节点 a 有: $I_1 + 2 - 7 = 0$



对封闭面有: $I_1 + I_2 + 2 = 0$

解得: $I_1 = 7 - 2 = 5 \text{ (A)}$, $I_2 = -5 - 2 = -7 \text{ (A)}$



3. 有一盏“220V 60W”的电灯接到。(1) 试求电灯的电阻；(2) 当接到 220V 电压下工作时的电流；(3) 如果每晚用三小时，问一个月（按 30 天计算）用多少电？

解： 由题意：

①根据 $R = U^2/P$ 得：

电灯电阻 $R = U^2/P = 220^2/60 = 807 \text{ (}\Omega\text{)}$

②根据 $I = U/R$ 或 $P = UI$ 得：

$I = P/U = 60/220 = 0.273 \text{ (A)}$

③由 $W = PT$ 得

$W = 60 \times 60 \times 60 \times 3 \times 30$

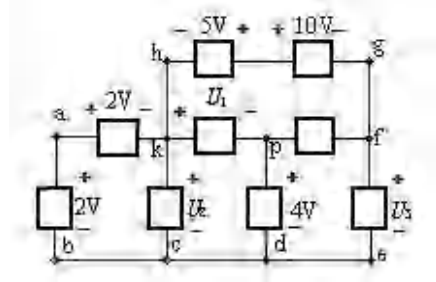
$= 1.944 \times 10^7 \text{ (J)}$

在实际生活中，电量常以“度”为单位，即“千瓦时”。

对 60W 的电灯，每天使用 3 小时，一个月(30 天)的电量为：

$W = 60/1000 \times 3 \times 30 = 5.4 \text{ (KWH)}$

4. 根据基尔霍夫定律求图所示电路中的电压 U_1 、 U_2 和 U_3 。



解: 根据基尔霍夫电压定律，沿任意回路绕行一周，回路中各元件上



电压的代数和等于零。

则对 abcka 回路：

$$2 - U_2 - 2 = 0$$

$$U_2 = 0$$

对 cdpkc 回路：

$$-4 - U_1 + U_2 = 0$$

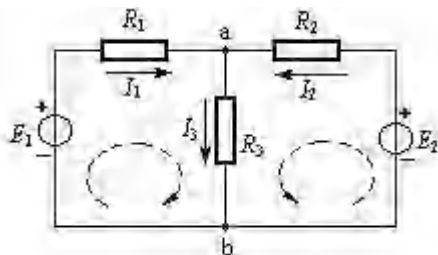
$$U_1 = -4 \text{ (V)}$$

对 eghce 回路：

$$-U_3 - 10 + 5 + U_2 = 0$$

$$U_3 = -5 \text{ (V)}$$

5. 已知电路如图所示，其中 $E_1 = 15\text{V}$ ， $E_2 = 65\text{V}$ ， $R_1 = 5\Omega$ ， $R_2 = R_3 = 10\Omega$ 。试用支路电流法求 R_1 、 R_2 和 R_3 三个电阻上的电压。



解：在电路图上标出各支路电流的参考方向，如图所示，选取绕行方向。应用 KCL 和 KVL 列方程如下

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

$$I_1 R_1 + I_3 R_3 = E_1$$

$$I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_2$$

代入已知数据得

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

$$5I_1 + 10I_3 = 15$$

$$10I_2 + 10I_3 = 65$$

解方程可得

$$I_1 = -7/4 \text{ (A)}, I_2 = 33/8 \text{ (A)}, I_3 = 19/8 \text{ (A)}.$$



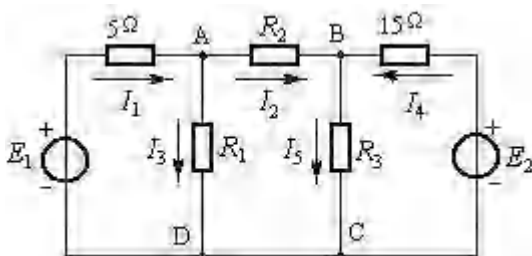
三个电阻上的电压电流方向选取一至，则三个电阻上的电压分别为：

$$U_1 = I_1 R_1 = -\frac{7}{4} \times 5 = -35/4 \text{ (V)}$$

$$U_2 = I_2 R_2 = \frac{33}{8} \times 10 = 165/4 \text{ (V)}$$

$$U_3 = I_3 R_3 = \frac{19}{8} \times 10 = 38/4 \text{ (V)}$$

6. 试用支路电流法，求图所示电路中的电流 I_1 、 I_2 、 I_3 、 I_4 和 I_5 。（只列方程不求解）



解：在电路图上标出各支路电流的参考方向，如图所示，三回路均选取顺时针绕行方向。应用 KCL 和 KVL 列方程如下

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$I_2 + I_4 - I_5 = 0$$

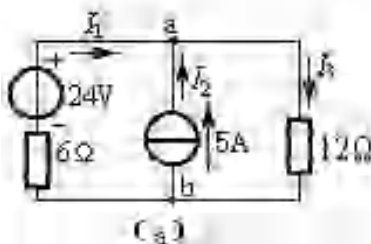
$$5I_1 + I_3 R_1 = E_1$$

$$I_2 R_2 + I_5 R_3 - I_3 R_1 = 0$$

$$-I_5 R_3 - 15I_4 = -E_2$$

如给定参数，代入已知，联立方程求解即可得到各支路电流。

7. 试用支路电流法，求图中电路中的电流 I_3 。





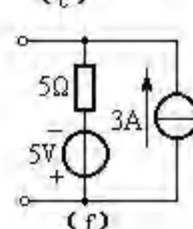
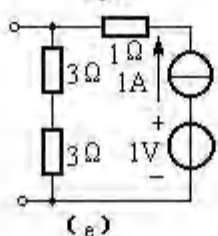
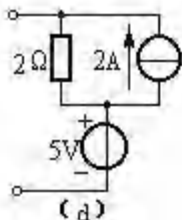
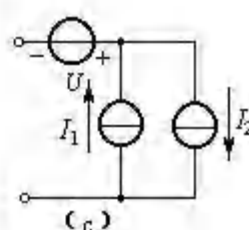
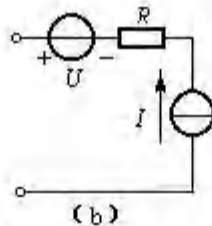
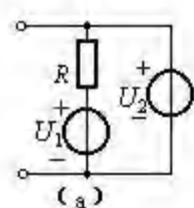
解：此图中有 3 支路，2 节点，但有一支路为已知，所以只需列两个方程即可。外回路选取顺时针绕行方向。应用 KCL 和 KVL 列方程如下

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

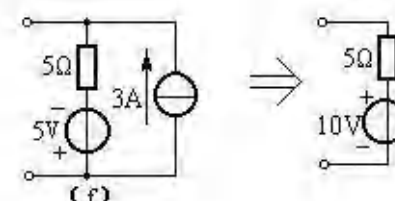
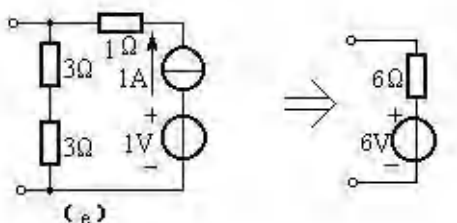
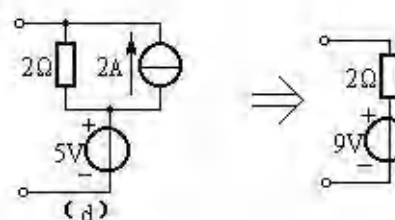
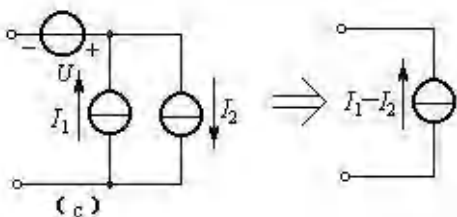
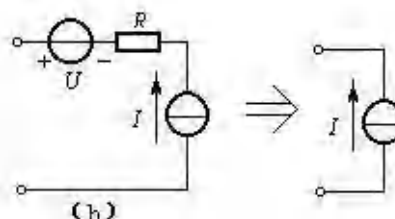
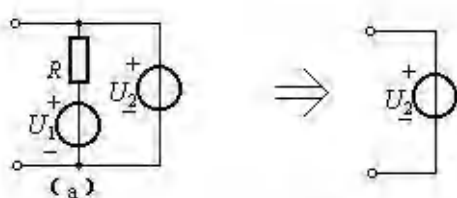
$$6I_1 + 12I_3 = 24$$

$$I_2 = 5 \text{ (A)} \text{ 所以: } I_1 = -2 \text{ (A)}, I_3 = 3 \text{ (A)}$$

8. 应用等效电源的变换，化简图中所示的各电路。

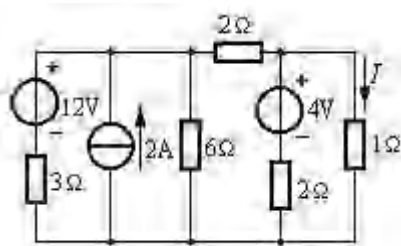


解：





9. 试用电源等效变换的方法，求图所示电路中的电流 I 。



解：利用电源等效变换解题过程如下：

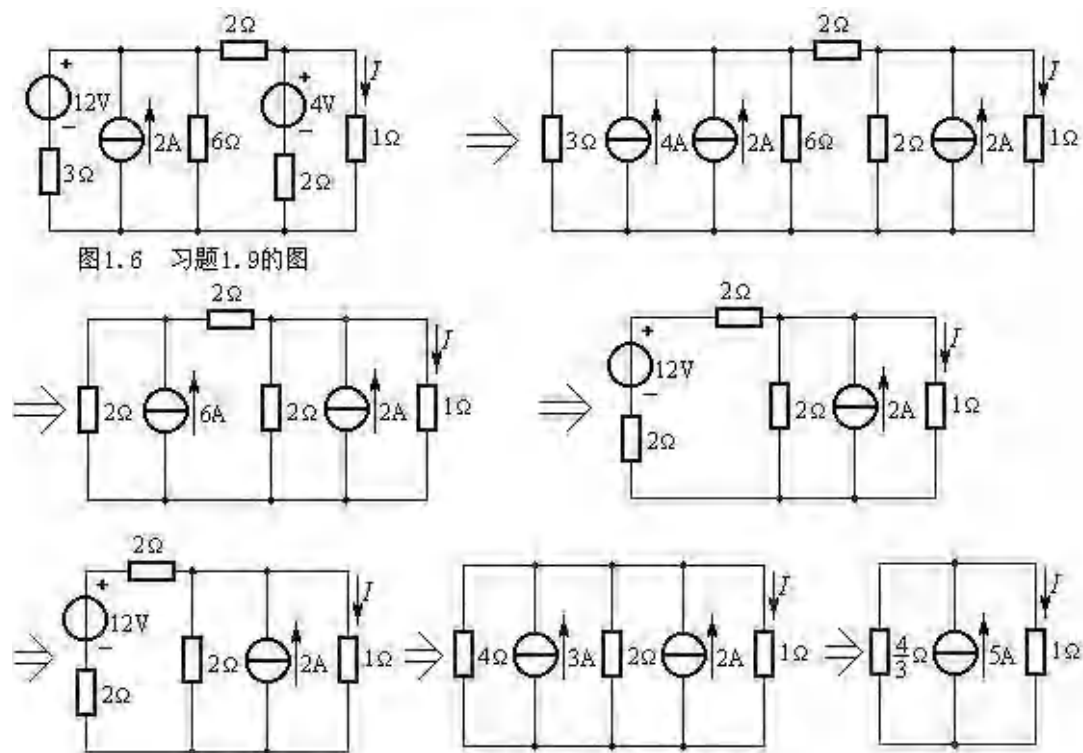
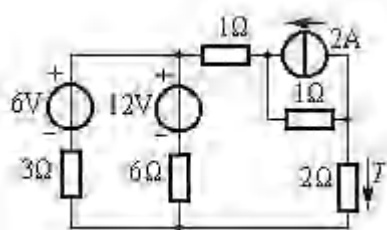


图1.6 习题1.9的图

$$\frac{4}{\frac{4}{3} + 1} = 2.86$$

由分流公式可得： $I = 5 \times \frac{4}{\frac{4}{3} + 1}$ (A)

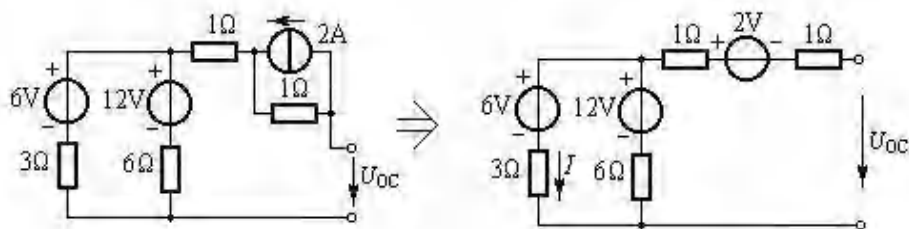
10. 试计算题图中的电流 I 。





解：由于题目中没有要求解题方法，所以此题可用电压源与电流源等效变换、支路电流法、叠加原理、戴维南定理等方法进行求解，下面用戴维南定理求解。

(1) 先计算开路电压，并将电流源化成电压源，如下图。



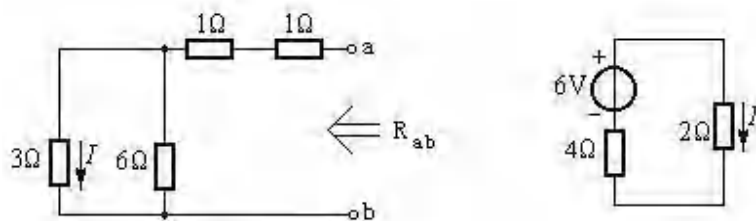
$$I = \frac{12 - 6}{3 + 6} = \frac{2}{3} \text{ (A)}$$

$$U_{oc} = -2 + 12 - 6 \times \frac{2}{3} = 6 \text{ (V)}$$

(2) 再求等效电阻 R_{ab}

将恒压源和恒流源除去，得电路如图。

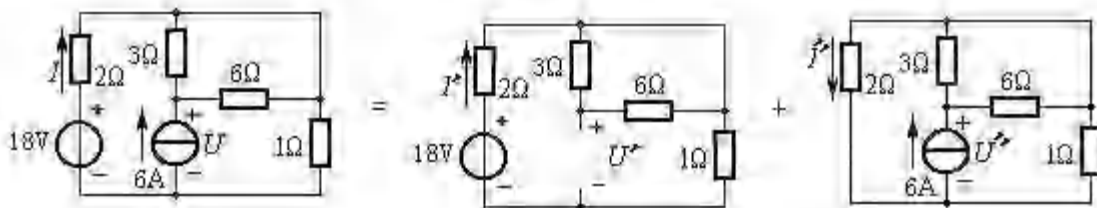
$$R_{ab} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} + 1 + 1 = 4 \text{ (}\Omega\text{)}$$



(3) 由戴维南定理可知，有源二端网络等效为一个电压源，如图。

$$I = \frac{6}{4 + 2} = 1 \text{ (A)}$$

11. 已知电路如图所示。试应用叠加原理计算支路电流 I 和电流源的电压 U 。





解：（1）先计算 18V 电压源单独作用时的电流和电压，电路如图所示。

$$I' = \frac{18}{2+1} = 6 \text{ (A)}$$

$$U' = 1 \times 6 = 6 \text{ (V)}$$

（2）再计算 6A 电流源单独作用时的电流和电压，电路如图所示。

$$I'' = \frac{1}{2+1} \times 6 = 2 \text{ (A)}$$

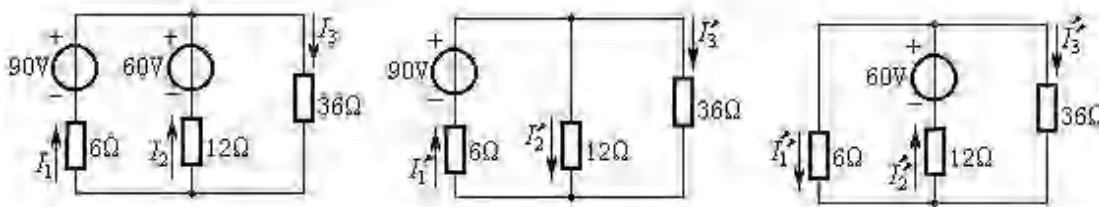
$$U'' = 6 \times \frac{3 \times 6}{3+6} + 2 \times 2 = 16 \text{ (V)}$$

（3）两电源同时作用的电流和电压为电源分别作用时的叠加。

$$I = I' - I'' = 6 - 2 = 4 \text{ (A)}$$

$$U = U' + U'' = 6 + 16 = 22 \text{ (V)}$$

12. 电路图所示，试应用叠加原理，求电路中的电流 I_1 、 I_2 及 36Ω 电阻消耗的电功率 P 。



解：（1）先计算 90V 电压源单独作用时的电流和电压，电路如图所示。

$$I'_1 = \frac{90}{6 + \frac{12 \times 36}{12 + 36}} = \frac{90}{15} = 6 \text{ (A)}$$

$$I'_2 = 6 \times \frac{36}{12 + 36} = 4.5 \text{ (A)}$$

$$I'_3 = 6 \times \frac{12}{12 + 36} = 1.5 \text{ (A)}$$

（2）再计算 60V 电压源单独作用时的电流和电压，电路如图所示。



$$I_2'' = \frac{60}{12 + \frac{6 \times 36}{6 + 36}} = 3.5 \quad (\text{A})$$

$$I_1'' = 3.5 \times \frac{36}{6 + 36} = 3 \quad (\text{A})$$

$$I_3'' = 3.5 \times \frac{6}{6 + 36} = 0.5 \quad (\text{A})$$

(3) 两电源同时作用的电流和电压为电源分别作用时的叠加。

$$I_1 = I_1' - I_1'' = 6 - 3 = 3 \quad (\text{A})$$

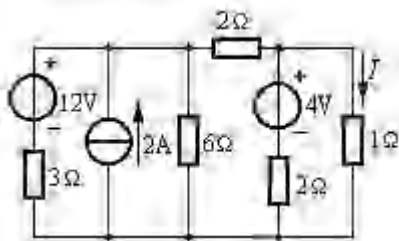
$$I_2 = -I_2' + I_2'' = -3.5 + 3 = -1 \quad (\text{A})$$

$$I_3 = I_3' + I_3'' = 1.5 - 0.5 = 1 \quad (\text{A})$$

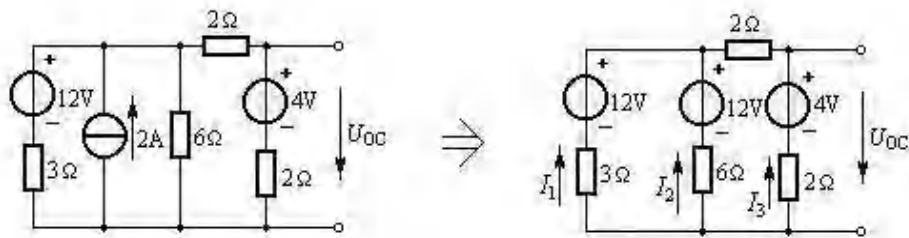
(4) 36Ω 电阻消耗的电功率为

$$P = I_3^2 R_3 = 1^2 \times 36 = 36 \quad (\text{W})$$

13. 电路如图 1.8 所示，试应用戴维南定理，求图中的电流 I



解：(1) 先计算开路电压，并将 12A、 6Ω 电流源化成电压源，如下图。



由于此电路仍为复杂电路，因此求开路电压仍可用所有分析计算方法计算，现用支路电流法进行求解，设各支路电流及参考方向如图所示。

由 KCL 和 KVL 得：



$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

$$3I_1 - 6I_2 = 12 - 12 = 0$$

$$6I_2 - 4I_3 = 12 - 4 = 8$$

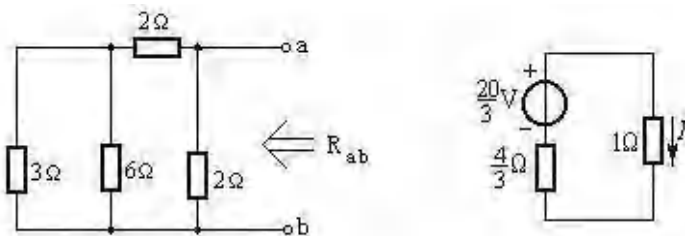
解得： $I_1 = 8/9$ (A), $I_2 = 4/9$ (A), $I_3 = -4/3$ (A)

$$U_{OC} = 4 - 2I_3 = 4 - 2 \times (-\frac{4}{3}) = \frac{20}{3} \text{ (V)}$$

(2) 再求等效电阻 R_{ab}

将恒压源和恒流源除去，得电路如图。

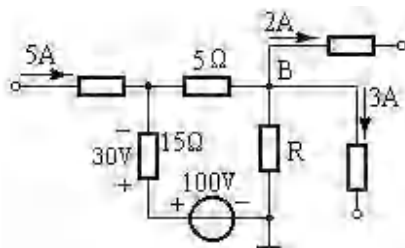
$$R_{ab} = (\frac{20}{3} + 2) // 2 = \frac{2}{3} \text{ (}\Omega\text{)}$$



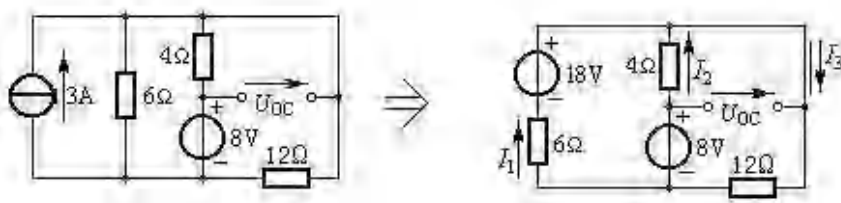
(3) 由戴维南定理可知，有源二端网络等效为一个电压源，如图。

$$\frac{2}{3} + 1 \text{ (A)}$$

14. 电路如图所示，试应用戴维南定理，求图中的电流 I 。



解：(1) 先计算开路电压，并将 3A、6 Ω 电流源化成电压源，如下图。



由于此电路仍为复杂电路，因此求开路电压仍可用所有分析计算



方法计算，现用支路电流法进行求解，设各支路电流及参考方向如图所示。

由 KCL 和 KVL 得：

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

$$6I_1 - 4I_2 = 18 - 8 = 10$$

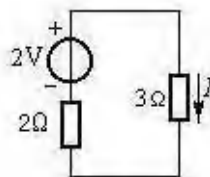
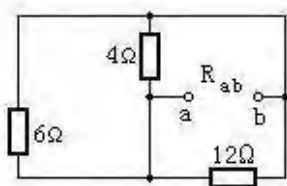
$$4I_2 + 12I_3 = 8$$

解得： $I_1 = 4/3$ (A), $I_2 = -1/2$ (A), $I_3 = 5/6$ (A)

$$U_{OC} = 4I_2 = 4 \times \left(-\frac{1}{2}\right) = -2 \quad (\text{V})$$

(2) 再求等效电阻 R_{ab}

将恒压源除去，得电路如图。

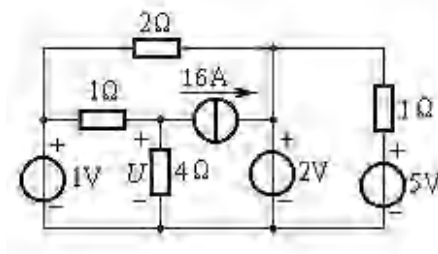


$$R_{ab} = 4 // 6 // 12 = 2 \quad (\Omega)$$

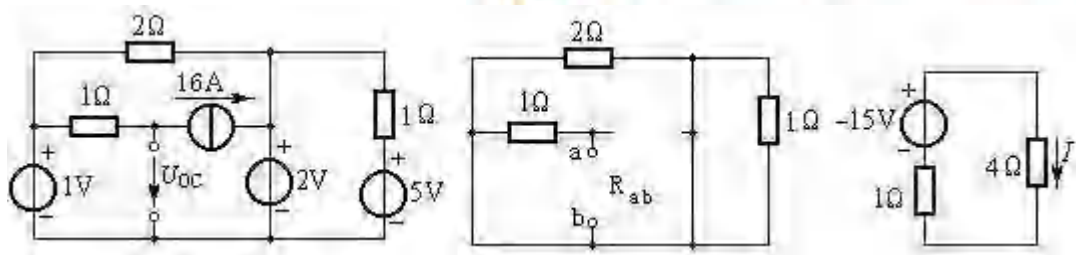
(3) 由戴维南定理可知，有源二端网络等效为一个电压源，如图。

$$I = \frac{-2}{2+3} = -0.4 \quad (\text{A})$$

15. 电路如图所示，试应用戴维南定理，求图中的电压 U 。



解：(1) 先计算开路电压，如下图。



$$U_{oc} = -1 \times 16 + 1 = -15 \text{ (V)}$$

(2) 再求等效电阻 R_{ab}

将恒压源和恒流源除去，得电路如图。

$$R_{ab} = 1 \text{ (}\Omega\text{)}$$

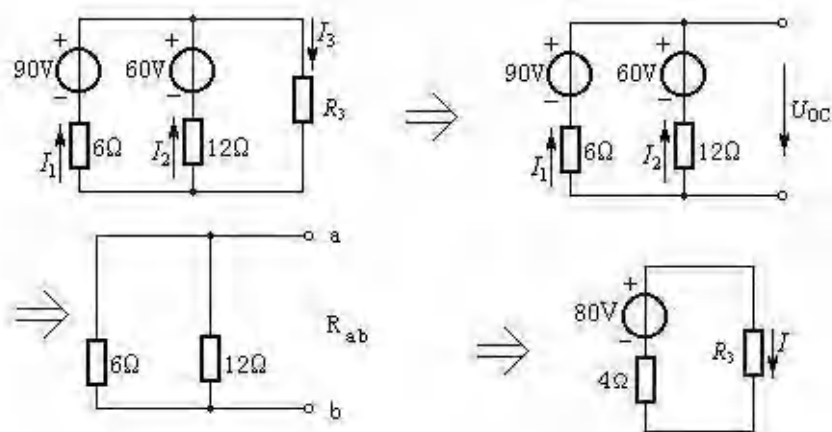
(3) 由戴维南定理可知，有源二端网络等效为一个电压源，如图。

$$I = \frac{-15}{1+4} = -\frac{15}{5} = -3 \text{ (A)}$$

$$U = 4I = 4 \times (-3) = -12 \text{ (V)}$$

16. 电路如图所示，如果 $I_3=1\text{A}$ ，试应用戴维南定理，求图中的电阻 R_3 。

解：(1) 先计算开路电压，如下图。



$$I_1 = -I_2 = \frac{90-60}{6+12} = \frac{5}{3} \text{ (A)}$$

$$U_{oc} = 90 - 6I_1 = 90 - 6 \times \frac{5}{3} = 80 \text{ (V)}$$

(2) 再求等效电阻 R_{AB}

将恒压源除去，得电路如图。



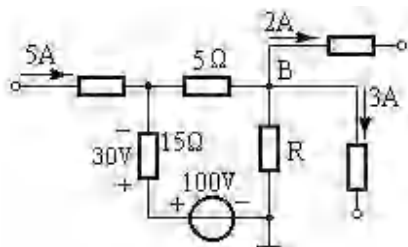
$$R_{ab} = \frac{6 \times 12}{6 + 121} = 4 \quad (\Omega)$$

(3) 由戴维南定理可知，有源二端网络等效为一个电压源，如图。

$$\text{当 } I_3 = 1\text{A 时, 则 } \frac{80}{R_3 + 4} = 1$$

$$\text{所以 } R_3 = 80 - 4 = 76 \quad (\Omega)$$

17. 电路如图 1.14 所示，已知 15 欧电阻的电压降为 30V，极性如图 1.14 所示。试计算电路中 R 的大小和 B 点的电位。



解：设 R 电阻上的电压和电流如图所示。

由 KCL 可知

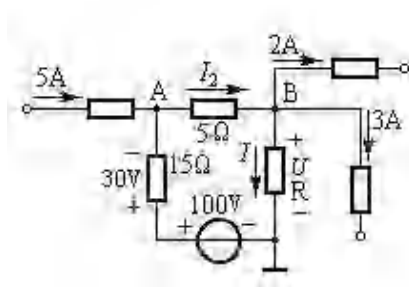
$$I_2 = 2 + 5 = 7 \text{ (A)}, \quad I = I_2 - 2 - 3 = 2 \text{ (A)}, \quad (\text{A})$$

由 KVL 得，（绕行方向选顺时针方向）

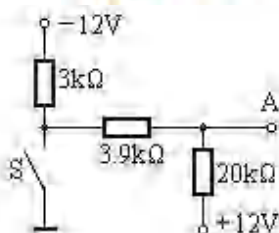
$$U - 100 + 30 + 5 I_2 = 0$$

$$U = 100 - 30 - 35 = 35 \quad (\text{V})$$

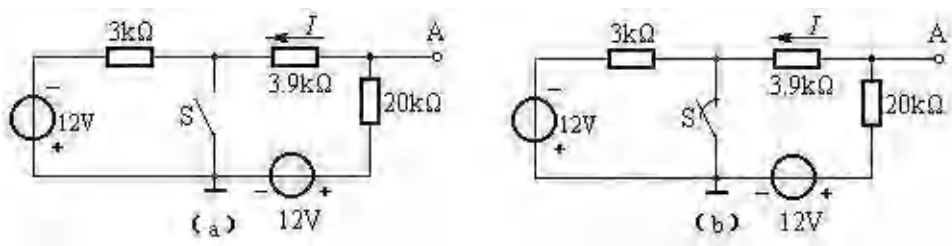
$$R = \frac{U}{I} = \frac{35}{2} = 17.5 \quad (\Omega)$$



18. 试计算图 1.15 中的 A 点的电位：（1）开关 S 打开；（2）开关 S 闭合。



解：（1）当开关 S 打开时，将电位标注的电路复原为一般电路，如图（a）所示。



由 KVL 得

$$(3+3.9+20) \times I = 12+12$$

$$I = 0.892 \text{ (mA)}$$

$$U_A = -20I + 12 = -5.84 \text{ (V)}$$

（2）当开关 S 闭合时，将电位标注的电路复原为一般电路，如图（b）所示。

由 KVL 得

$$(3.9+20) \times I = 12$$

$$I = 0.502 \text{ (mA)}$$

$$U_A = -20I + 12 = 1.96 \text{ (V)}$$

19. 把下列正弦量的时间函数用相量表示：

(1) $u = 10\sqrt{2} \sin 314t$ 伏

(2) $i = -5 \sin(314t - 60^\circ)$

安

解：(1) $\dot{U} = 10/\underline{0^\circ}$ (V) (2) $\dot{I}_m = -5/\underline{-60^\circ} = 5/\underline{180^\circ - 60^\circ} = 5/\underline{120^\circ}$

(A)

20. 已知工频正弦电压 u_{ab} 的最大值为 311V，初相位为 -60° ，其有效值为多少？写出其瞬时值表达式；当 $t=0.0025\text{S}$ 时， U_{ab} 的值为多少？



解：∵ $U_{abm} = \sqrt{2} U_{ab}$

$$\therefore \text{有效值 } U_{ab} = \frac{1}{\sqrt{2}} U_{abm} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 311 = 220 \quad (\text{V})$$

瞬时值表达式为 $u_{ab} = 311 \sin(314t - 60^\circ) \quad (\text{V})$

当 $t = 0.0025 \text{ s}$ 时, $U_{ab} = 311 \times \sin\left(100\pi \times 0.0025 - \frac{\pi}{3}\right) = 311 \sin\left(-\frac{\pi}{12}\right) = -80.5 \quad (\text{V})$

21. 用下列各式表示 RC 串联电路中的电压、电流, 哪些是对的, 哪些是错的?

$$(1) \quad i = \frac{u}{|Z|} \quad (2) \quad I = \frac{U}{R + X_C} \quad (3) \quad i = \frac{\dot{U}}{R - j\omega C} \quad (4) \quad I = \frac{U}{|Z|}$$

$$(5) \quad U = U_R + U_C \quad (6) \quad \dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_C \quad (7) \quad i = -j \frac{\dot{U}}{\omega C} \quad (8) \quad i =$$

$$\frac{\dot{U}}{j\omega C}$$

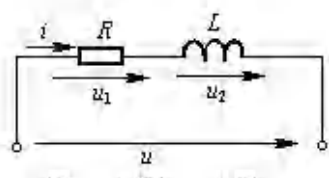
解：在 R 、 C 串联电路中, 总阻抗 $Z = R - jX_C = R - j \frac{1}{\omega C}$

而 $|Z| = \sqrt{R^2 + X_C^2} \quad i = \frac{\dot{U}}{Z} \quad \dot{U}_R = iR \quad \dot{U} = -j i X_C$

$$\dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_C \quad U^2 = U_R^2 + U_C^2$$

所以 (1)、(2)、(3)、(5)、(7)、(8) 均是错的, (4)、(6) 是对的。

22. 图中, $U_1 = 40 \text{ V}$, $U_2 = 30 \text{ V}$, $i = 10 \sin 314t \text{ A}$, 则 U 为多少? 并写出其瞬时值表达式。



解：由电路图可知, 电压 u_1 与电流 i 同方向, 而电压 u_2 超前电流 i 90° , 所以

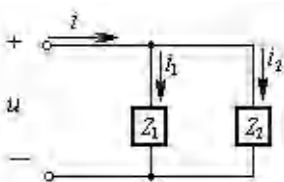


$$U = \sqrt{U_1^2 + U_2^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50 \text{ (V)}$$

$$\because \text{电压 } u \text{ 超前电流 } i \text{ 的电度角 } \varphi = \arctan \frac{U_2}{U_1} = \arctan \frac{3}{4} = 36.9^\circ$$

$$\therefore u = 50\sqrt{2} \sin(31.4t + 36.9^\circ) \text{ (V)}$$

23. 图中所示电路中, 已知 $u=100\sin(314t+30^\circ)$ 伏, $i=2.36\sin(314t+19.7^\circ)$ 安, $i_2=10\sin(314t+83.13^\circ)$ 安, 试求: i_1 、 Z_1 、 Z_2 并说明 Z_1 、 Z_2 的性质, 绘出相量图。



$$\text{解: 由题知, } \dot{I}_m = 22.36/\underline{19.7^\circ} \text{ (A)} \quad \dot{I}_{2m} = 10/\underline{83.13^\circ} \text{ (A)}$$

$$\dot{U}_m = 100/\underline{30^\circ} \text{ (V)}$$

$$\text{所以 } \dot{I}_{1m} = \dot{I}_m - \dot{I}_{2m} = 20/\underline{-6.87^\circ} \text{ (A)}$$

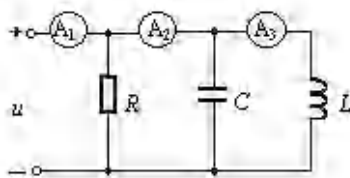
$$\text{即 } i_1 = 20\sin(314t - 6.87^\circ) \text{ (A)}$$

$$\therefore Z_1 = \frac{\dot{U}_m}{\dot{I}_{1m}} = \frac{100/\underline{30^\circ}}{20/\underline{-6.87^\circ}} = 5/\underline{36.87^\circ} \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$Z_2 = \frac{\dot{U}_m}{\dot{I}_{2m}} = \frac{100/\underline{30^\circ}}{10/\underline{83.13^\circ}} = 10/\underline{-53.13^\circ} \text{ (}\Omega\text{)}$$

$\therefore Z_1$ 为感性负载, Z_2 为容性负载。

24. 图所示电路中, $X_C=X_L=R$, 并已知电流表 A_1 的读数为 3A, 试问 A_2 和 A_3 的读数为多少?





解：由图可以看出，电容与电感并联连接，由于电容电流落后两端电压 90° ，而电感电流超前两端电压 90° ，因为 $X_C = X_L$ ，所以通过电容的电流与通过电感的电流大小相等，方向相反，故而电流表 A_2 的读数为 $0A$ 。

由上分析可知，电压 u 的有效值为 $3R$ ，故电感两端电压亦为 $3R$ 。因为 $X_L = R$ ，所以电流表 A_3 的读数为 $3A$ 。

25. 有一 R 、 L 、 C 串联的交流电路，已知 $R = X_L = X_C = 10\Omega$ ， $I = 1A$ ，试求电压 U 、 U_R 、 U_L 、 U_C 和电路总阻抗 $|Z|$ 。

解： $U_R = RI = 10 \times 1 = 10 (V)$

$$U_L = |jX_L|I = 10 \times 1 = 10 (V)$$

$$U_C = |-jX_C|I = 10 \times 1 = 10 (V)$$

$$\therefore Z = R + jX_L - jX_C = R = 10 (\Omega)$$

$$\therefore U = |Z|I = 10 \times 1 = 10 (V)$$

26. 电路图所示，已知 $\omega = 2\text{rad/s}$ ，求电路的总阻抗 Z_{ab} 。

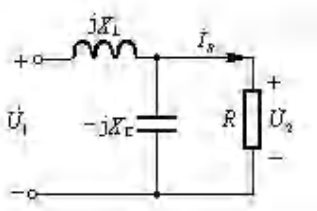
解： $\because \omega = 2\text{rad/s}$

$$\therefore X_L = \omega L = 2 (\Omega) \quad X_C = \frac{1}{\omega C} = 2 (\Omega)$$

$\therefore$

$$Z_{ab} = 2 + jX_L + 2 // (-jX_C) = 2 + 2j + \frac{-j4}{2 - j2} = 2 + 2j + \frac{-j4(2 + j2)}{(2 - j2)(2 + j2)} = 3 + j (\Omega)$$

27. 电路如图 2.5 所示，已知 $R = 20\Omega$ ， $i_R = 10\angle 0^\circ A$ ， $X_L = 10\Omega$ ， $\dot{U}_1$ 的有效值为 $200V$ ，求 X_C 。



解： 由题意可知：



$$\dot{U}_2 = R\dot{I}_2 = 200\angle 0^\circ \text{ (V)} \quad \dot{I}_C = \frac{\dot{U}_2}{-jX_C} = \frac{200\angle 90^\circ}{X_C} \text{ (A)}$$

$$\therefore \dot{I}_L = \dot{I}_C + \dot{I}_R = \frac{200\angle 90^\circ}{X_C} + 10\angle 0^\circ \text{ (A)}$$

$$\dot{U}_L = jX_L \times \dot{I}_L = j10 \times \left(\frac{200\angle 90^\circ}{X_C} + 10\angle 0^\circ \right) = \frac{2000\angle 180^\circ}{X_C} + 100\angle 90^\circ \text{ (V)}$$

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_L + \dot{U}_2 = \frac{2000\angle 180^\circ}{X_C} + 100\angle 90^\circ + 200\angle 0^\circ = 200 - \frac{2000}{X_C} + j100 \text{ (V)}$$

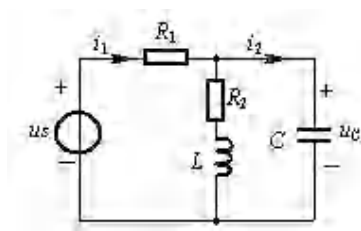
又因 $U_1=200$

$$\text{故有} \quad 200 = \sqrt{\left(200 - \frac{2000}{X_C}\right)^2 + 100^2} \quad 200 - \frac{2000}{X_C} = \pm \sqrt{200^2 - 100^2}$$

$$\frac{2000}{X_C} = 200 \pm 173.2 \quad X_C = \frac{2000}{200 \pm 173.2}$$

则得: $X_C=5.36(\Omega)$, 或 $X_C=74.6(\Omega)$

28. 图所示电路中, $u_s=10\sin 314t\text{V}$, $R_1=2\Omega$, $R_2=1\Omega$, $L=637\text{mH}$, $C=637\mu\text{F}$, 求电流 i_1 , i_2 和电压 u_c 。



解: $\omega=314\text{rad/s}$

$$X_L = \omega L = 314 \times 637 = 200 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{314 \times 637 \times 10^{-6}} = 5 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$Z_1 = \frac{(R_2 + jX_L)(-jX_C)}{R_2 + jX_L - jX_C} = \frac{1000 - j5}{1 + j195} = -j5.13 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$Z = R_1 + Z_1 = 2 - j5.13 \text{ (}\Omega\text{)}$$



$$\dot{I}_{1m} = \frac{\dot{U}_{Sm}}{Z} = \frac{10/0^\circ}{2-j5.13} = 1.816/68.7^\circ \text{ (A)}$$

$$\dot{U}_{Cm} = \dot{I}_{1m} \times Z_1 = 1.816/68.7^\circ \times (-j5.13) = 9.32/-21.3^\circ \text{ (V)}$$

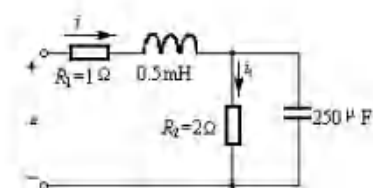
$$\dot{I}_{2m} = \frac{\dot{U}_{Cm}}{-jX_C} = \frac{9.32/-21.3^\circ}{-j5} = 1.86/68.7^\circ \text{ (A)}$$

则 $i_1 = 1.816 \sin(314t + 68.7^\circ) \text{ (A)}$

$i_2 = 1.86 \sin(314t + 68.7^\circ) \text{ (A)}$

$u_c = 9.32 \sin(314t - 21.3^\circ) \text{ (V)}$

29. 图 2.7 所示电路中, 已知电源电压 $U=12\text{V}$, $\omega=2000\text{rad/s}$, 求电流 I 、 I_1 。



解: 当 $\omega=2000\text{rad/s}$

$$X_L = \omega L = 2000 \times 0.5 \times 10^{-3} = 1 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2000 \times 250 \times 10^{-6}} = 2 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$Z_1 = \frac{R_2(-jX_C)}{R_2 - jX_C} = \frac{-j4}{2-j2} = 1-j \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$Z = R_1 + jX_L + Z_1 = 1 + j + 1 - j = 2 \text{ (}\Omega\text{)}$$

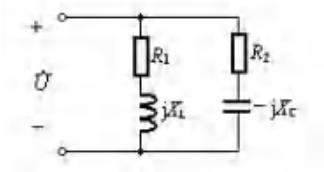
$$I = \frac{U}{|Z|} = \frac{12}{2} = 6 \text{ (A)}$$

$$U_C = I \times |Z_1| = 6 \times \sqrt{2} = 8.49 \text{ (V)}$$



$$I_1 = \frac{U_C}{R_2} = \frac{8.49}{2} = 4.29 \quad (\text{A})$$

30. 图所示电路中, 已知 $R_1=40\ \Omega$, $X_L=30\ \Omega$, $R_2=60\ \Omega$, $X_C=60\ \Omega$, 接至 220V 的电源上. 试求各支路电流及总的有功功率、无功功率和功率因数。



解: 设 $\dot{U} = 220/0^\circ$ (V)

$$\text{则 } \dot{I}_1 = \frac{\dot{U}}{R_1 + jX_L} = \frac{220/0^\circ}{40 + j30} = 4.4/-36.9^\circ \quad (\text{A})$$

$$\text{同理 } \dot{I}_2 = \frac{\dot{U}}{R_2 - jX_C} = \frac{220/0^\circ}{60 - j60} = 2.59/45^\circ \quad (\text{A})$$

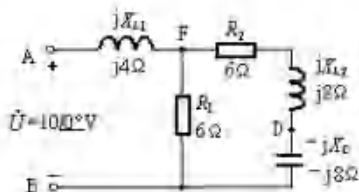
$$\therefore \dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = 4.4/-36.9^\circ + 2.59/45^\circ = 5.41/-8.61^\circ \quad (\text{A})$$

$$\therefore P = UI \cos \varphi = 220 \times 5.41 \times \cos 8.61^\circ = 1.18 \text{ (KW)}$$

$$Q = UI \sin \varphi = 220 \times 5.41 \times \sin 8.61^\circ = 178.2 \text{ (Var)}$$

$$\lambda = \cos \varphi = \cos[0^\circ - (-8.61^\circ)] = 0.99$$

31. 图所示电路中, 求: (1) AB 间的等效阻抗 Z_{AB} ; (2) 电压相量 $\dot{U}_{AF}$ 和 $\dot{U}_{DF}$; (3) 整个电路的有功功率和无功功率。



$$\text{解: } Z_{AB} = j4 + \frac{6 \times (6 + j8 - j8)}{6 + 6 + j8 - j8} = 3 + j4$$



$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{Z_{AB}} = \frac{10/0^\circ}{3 + j4} = 2/-53.1^\circ \quad (\text{A})$$

$$\dot{U}_{AF} = \dot{I}jX_{L1} = 2/-53.1^\circ \times j4 = 8/36.9^\circ \quad (\text{V})$$

$$\dot{U}_{FB} = \dot{I}Z_{FB} = 2/-53.1^\circ \times 3 = 6/-53.1^\circ \quad (\text{V})$$

$$\dot{I}_{FD} = \frac{\dot{U}_{FB}}{6 + j8 - j8} = \frac{6/-53.1^\circ}{6} = 1/-53.1^\circ \quad (\text{A})$$

$$\dot{U}_{DF} = -\dot{I}_{FD}(R_2 + j8) = -1/-53.1^\circ \times (6 + j8) = 10/-180^\circ \quad (\text{V})$$

$$\therefore P = UI \cos \varphi = 10 \times 2 \times \cos 53.1^\circ = 12 \quad (\text{W})$$

$$Q = UI \sin \varphi = 10 \times 2 \times \sin 53.1^\circ = 16 \quad (\text{Var})$$

32. 今有一个 40W 的日光灯，使用时灯管与镇流器(可近似把镇流器看作纯电感)串联在电压为 220V，频率为 50Hz 的电源上。已知灯管工作时属于纯电阻负载，灯管两端的电压等于 110V，试求镇流器上的感抗和电感。这时电路的功率因数等于多少？

$$\text{解：} \because P=40\text{W} \quad U_R=110\text{V} \quad \omega=314\text{rad/s}$$

$$\therefore I_R = I_L = \frac{P}{U_R} = \frac{40}{110} = 0.36 \quad (\text{A})$$

$$\because U^2 = U_R^2 + U_L^2$$

$$\therefore U_L = \sqrt{U^2 - U_R^2} = \sqrt{220^2 - 110^2} = 190.5 \quad (\text{V})$$

$$\therefore X_L = \frac{U_L}{I_L} = \frac{190.5}{0.36} = 529 \quad (\Omega)$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{529}{314} = 1.69 \quad (\text{H})$$

$$\text{由于灯管与镇流器是串联的，所以 } \cos \varphi = \frac{U_R}{U} = \frac{110}{220} = 0.5$$

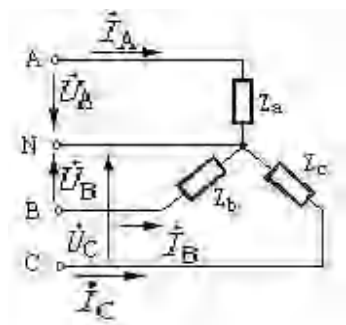
33. 一台三相交流电动机，定子绕组星形连接于 $U_L=380\text{V}$ 的对称三相电



源上，其线电流 $I_L=2.2\text{A}$ ， $\cos \phi=0.8$ ，试求每相绕组的阻抗 Z 。

解：先由题意画出电路图（如下图），以帮助我们思考。

因三相交流电动机是对称负载，因此可选一相进行计算。三相负载作星接时



$$U_L = \sqrt{3}U_p$$

由于 $U_L=380\text{ (V)}$ ， $I_L=2.2\text{ (A)}$

则 $U_p=220\text{ (V)}$ ， $I_p=2.2\text{ (A)}$ ，

$$|Z| = \frac{U_p}{I_p} = \frac{220}{2.2} = 100 \quad (\Omega)$$

由阻抗三角形得

$$R = |Z| \cos \phi = 100 \times 0.8 = 80 \quad (\Omega)$$

$$X_L = \sqrt{|Z|^2 - R^2} = \sqrt{100^2 - 80^2} = 60 \quad (\Omega)$$

所以 $Z=80+j60\text{ (}\Omega\text{)}$

34. 已知对称三相交流电路，每相负载的电阻为 $R=8\text{ }\Omega$ ，感抗为 $X_L=6\text{ }\Omega$ 。

(1) 设电源电压为 $U_L=380\text{V}$ ，求负载星形连接时的相电流、相电压和线电流，并画相量图；

(2) 设电源电压为 $U_L=220\text{V}$ ，求负载三角形连接时的相电流、相电压和线电流，并画相量图；

(3) 设电源电压为 $U_L=380\text{V}$ ，求负载三角形连接时的相电流、相电压和线电流，并画相量图。

解：由题意：

(1) 负载作星接时

$$U_L = \sqrt{3}U_p$$

因 $U_L = 380\text{ V}$ ，则



$$U_a = U_b = U_c = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \quad (\text{V})$$

设 $U_a = 220 \angle 0^\circ$ (V)

因相电流即线电流，其大小为：

$$\dot{I}_A = \frac{220 \angle 0^\circ}{8 + j6} = 22 \angle -36.9^\circ \quad (\text{A})$$

$$\dot{I}_B = 22 \angle -156.9^\circ \quad (\text{A})$$

$$\dot{I}_C = 22 \angle 83.1^\circ \quad (\text{A})$$

此时的相量图略。

(2) 负载作三角形连接时

$$U_l = U_p$$

因 $U_l = 220 \text{ V}$ ，则

$$U_{ab} = U_{bc} = U_{ca} = 220 \quad (\text{V})$$

设 $\dot{U}_{ab} = 220 \angle 0^\circ$

则相电流

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{ab}}{Z} = \frac{220 \angle 0^\circ}{8 + j6} = 22 \angle -36.9^\circ \quad (\text{A})$$

$$\dot{I}_{bc} = 22 \angle -156.9^\circ \quad (\text{A})$$

$$\dot{I}_{ca} = 22 \angle 83.1^\circ \quad (\text{A})$$

线电流

$$\dot{I}_A = \sqrt{3} \dot{I}_{ab} \angle -30^\circ = 38 \angle -66.9^\circ \quad (\text{A})$$

$$\dot{I}_B = \sqrt{3} \dot{I}_{bc} \angle -30^\circ = 38 \angle -186.9^\circ = 38 \angle 173.1^\circ \quad (\text{A})$$

$$\dot{I}_C = \sqrt{3} \dot{I}_{ca} \angle -30^\circ = 38 \angle 53.1^\circ \quad (\text{A})$$

此时的相量图略。



(3) 负载作三角形连接时

$$U_l = U_p$$

因 $U_l = 380\text{V}$, 则

$$U_{ab} = U_{bc} = U_{ca} = 380 \quad (\text{V})$$

设 $\dot{U}_{ab} = 380/0^\circ$

则相电流

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{ab}}{Z} = \frac{380/0^\circ}{8 + j6} = 38/-36.9^\circ \quad (\text{A})$$

$$\dot{I}_{bc} = 38/-156.9^\circ \quad (\text{A})$$

$$\dot{I}_{ca} = 38/83.1^\circ \quad (\text{A})$$

线电流

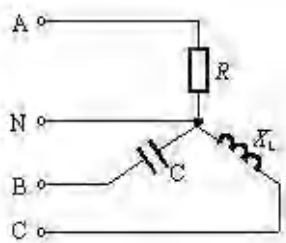
$$\dot{I}_A = \sqrt{3} \dot{I}_{ab} /-30^\circ = 65.8/-66.9^\circ \quad (\text{A})$$

$$\dot{I}_B = \sqrt{3} \dot{I}_{bc} /-30^\circ = 65.8/-186.9^\circ = 65.8/173.1^\circ \quad (\text{A})$$

$$\dot{I}_C = \sqrt{3} \dot{I}_{ca} /-30^\circ = 65.8/53.1^\circ \quad (\text{A})$$

此时的相量图略。

35. 已知电路如下图所示。电源电压 $U_l=380\text{V}$, 每相负载的阻抗为 $R=X_L=X_C=10\Omega$ 。



- (1) 该三相负载能否称为对称负载？为什么？
- (2) 计算中线电流和各相电流，画出相量图；
- (3) 求三相总功率。



解：(1) 三相负载不能称为对称负载，因为三相负载的阻抗性质不同，其阻抗角也不相同。故不能称为对称负载。

$$(2) \quad U_L = 380 \text{ (V)} \quad \text{则} \quad U_p = 220 \text{ (V)}$$

$$\text{设 } \dot{U}_a = 220 \angle 0^\circ \text{ (V)}$$

$$\text{则 } \dot{U}_b = 220 \angle -120^\circ \text{ (V)}, \quad \dot{U}_c = 220 \angle 120^\circ \text{ (V)}$$

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_a}{R} = 22 \angle 0^\circ \text{ (A)}$$

$$\dot{I}_B = \frac{\dot{U}_b}{-jX_C} = \frac{220 \angle -120^\circ}{-j10} = 22 \angle -30^\circ \text{ (A)}$$

$$\dot{I}_C = \frac{\dot{U}_c}{jX_L} = \frac{220 \angle 120^\circ}{j10} = 22 \angle 30^\circ \text{ (A)}$$

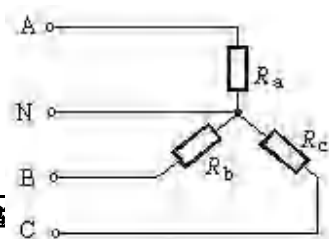
$$\text{所以: } \dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 22 \angle 0^\circ + 22 \angle -30^\circ + 22 \angle 30^\circ = 60.1 \angle 0^\circ \text{ (A)}$$

(3) 由于 B 相负载为电容，C 相负载为电感，其有功功率为 0，故三相总功率即 A 相电阻性负载的有功功率。

$$\text{即 } P = I_a^2 R = 22^2 \times 10 = 4840 \text{ (W)} = 4.84 \text{ (KW)}$$

36. 电路如图所示的三相四线制电路，三相负载连接成星形，已知电源线电压 380V，负载电阻 $R_a = 11 \Omega$ ， $R_b = R_c = 22 \Omega$ ，试求：

- (1) 负载的各相电压、相电流、线电流和三相总功率；
- (2) 中线断开，A 相又短路时的各相电流和线电流；
- (3) 中线断开，A 相断开时的各线电流和相电流。





解：(1) $U_L = 380$ (V) 则 $U_p = 220$ (V)

设 $\dot{U}_a = 220/0^\circ$ (V)

则 $\dot{U}_b = 220/-120^\circ$ (V), $\dot{U}_c = 220/120^\circ$ (V)

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_a}{R} = 20/0^\circ \quad (\text{A})$$

$$\dot{I}_B = \frac{\dot{U}_b}{R_b} = \frac{220/-120^\circ}{22} = 10/-120^\circ \quad (\text{A})$$

$$\dot{I}_C = \frac{\dot{U}_c}{R_c} = \frac{220/120^\circ}{22} = 10/120^\circ \quad (\text{A})$$

所以： $\dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 20/0^\circ + 10/-120^\circ + 10/120^\circ = 10\angle 0^\circ$ (A)

(2) 中线断开，A 相又短路时的电路如图所示；

此时 R_b 、 R_c 上的电压为电源线电压，

$$I_B = I_b = \frac{U_b}{R_b} = \frac{380}{22} = 17.27 \quad (\text{A})$$

$$I_C = I_c = \frac{U_c}{R_c} = \frac{380}{22} = 17.27 \quad (\text{A})$$

(3) 中线断开，A 相断开时的电路如图所示，

此时 R_b 、 R_c 二负载串联后的电压为电源线电压，

$$I_B = I_C = \frac{U_{BC}}{R_b + R_c} = \frac{380}{22 + 22} = 8.64 \quad (\text{A})$$

37. 三相对称负载三角形连接，其线电流为 $I_L = 5.5\text{A}$ ，有功功率为

$P = 7760\text{W}$ ，功率因数 $\cos \phi = 0.8$ ，求电源的线电压 U_L 、电路的无功功率 Q 和



每相阻抗 Z 。

解：由于 $P = \sqrt{3}U_L I_L \cos \varphi$

$$\text{所以 } U_L = \frac{P}{\sqrt{3}I_L \cos \varphi} = \frac{7760}{\sqrt{3} \times 5.5 \times 0.8} = 1018.2 \quad (\text{V})$$

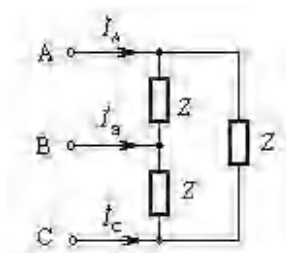
$$Q = \sqrt{3}U_L I_L \sin \varphi = \sqrt{3} \times 1018.2 \times 5.5 \times \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} = 5819.8 \quad (\text{Var})$$

$$U_P = U_L = 1018.2 \quad (\text{V}), \quad I_P = \frac{I_L}{\sqrt{3}} = \frac{5.5}{\sqrt{3}} = 3.18 \text{ A}$$

$$|Z| = \frac{U_P}{I_P} = \frac{1018.2}{3.18} = 320.19 \quad (\Omega)$$

$$\therefore Z = 320.19 / 36.9^\circ$$

38. 电路如图 3.3 所示, 已知 $Z = 12 + j16 \Omega$, $I_L = 32.9 \text{ A}$, 求 U_L 。



解：由于三角形联接时, $U_L = U_P$, $I_L = \sqrt{3}I_P$

$$\text{所以 } I_P = \frac{I_L}{\sqrt{3}} = \frac{32.9}{\sqrt{3}} \approx 19 \quad (\text{A})$$

$$U_L = U_P = I_P \times |Z| = 19 \times \sqrt{12^2 + 16^2} = 380 \quad (\text{V})$$

39. 对称三相负载星形连接, 已知每相阻抗为 $Z = 31 + j22 \Omega$, 电源线电压为 380V, 求三相交流电路的有功功率、无功功率、视在功率和功率因数。

解： $U_L = 380 \text{ V}$, $U_P = 220 \text{ V}$

$$I_P = \frac{220}{|31 + j22|} = \frac{220}{\sqrt{31^2 + 22^2}} = 5.77 \quad (\text{A})$$

功率因数:

$$\cos \varphi = \frac{31}{\sqrt{31^2 + 22^2}} = 0.816$$



有功功率：

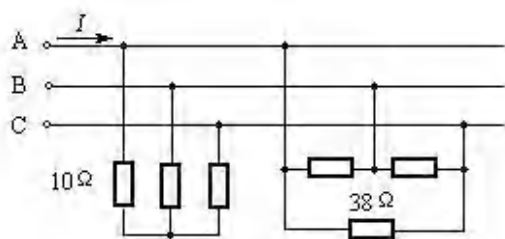
$$P = \sqrt{3}U_L I_L \cos \varphi = \sqrt{3} \times 380 \times 5.77 \times \cos \varphi = \sqrt{3} \times 380 \times 5.77 \times 0.816 = 3098.9 \text{ (W)}$$

无功功率：

$$Q = \sqrt{3}U_L I_L \sin \varphi = \sqrt{3} \times 380 \times 5.77 \times \frac{22}{\sqrt{31^2 + 22^2}} = 2198.8 \text{ (Var)}$$

$$\text{视在功率： } S = \sqrt{3}U_L I_L = \sqrt{3} \times 380 \times 5.77 = 3797.7 \text{ (VA)}$$

40. 在线电压为 380V 的三相电源上，接有两组电阻性对称负载，如图所示。试求线路上的总线电流 I 和所有负载的有功功率。



解：由于两组对称负载都是电阻性，所以计算较简单。

$$I_{LY} = I_{PY} = \frac{U_P}{R_Y} = \frac{\frac{380}{\sqrt{3}}}{10} = 22 \text{ (A)}$$

$$I_{LA} = \sqrt{3} \frac{U_P}{R_{\Delta}} = \sqrt{3} \frac{U_L}{R_{\Delta}} = \sqrt{3} \frac{380}{38} \approx 17.32 \text{ (A)}$$

$$I_L = I_{LY} + I_{LA} = 22 + 17.32 = 39.32 \text{ (A)}$$

也可以用相量法进行求解。

由于三相负载对称，所以可以选用一相进行计算。

$$\text{设 } \dot{U}_{AB} = 380 \angle 30^\circ \text{ (V)}$$

$$\text{则 } \dot{U}_a = 220 \angle 0^\circ \text{ (V)}$$

星接时的线电流和相电流相等，则



$$\dot{I}_{AY} = \dot{I}_a = \frac{\dot{U}_a}{R_Y} = \frac{220/0^\circ}{10} 22/0^\circ \quad (\text{A})$$

三角接时的线电压和相电压相等，则

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{AB}}{R_\Delta} = \frac{380/30^\circ}{38} 10/30^\circ \quad (\text{A})$$

由角接时线电流和相电流的关系知，

$$\dot{I}_{LA} = \sqrt{3}\dot{I}_{ab} \angle -30^\circ = \sqrt{3} \times 10/30^\circ - 30^\circ \approx 17.32/0^\circ \quad (\text{A})$$

$$\text{所以 } \dot{I}_L = \dot{I}_{LY} + \dot{I}_{LA} = 22/0^\circ + 17.32/0^\circ = 39.32/0^\circ \quad (\text{A})$$

$$\text{即 } I_L = 39.32 \quad (\text{A})$$

41. 对称三相电阻炉作三角形连接，每相电阻为 38Ω ，接于线电压为 380V 的对称三相电源上，试求负载相电流 I_P 、线电流 I_L 和三相有功功率 P ，并绘出各电压电流的相量图。

解：由于三角形联接时 $U_L = U_P$

$$\text{所以 } I_P = \frac{U_P}{R_P} = \frac{380}{38} = 10 \quad (\text{A})$$

$$I_L = \sqrt{3}I_P = \sqrt{3} \times 10 \approx 17.32 \quad (\text{A})$$

$$P = \sqrt{3}U_L I_L = \sqrt{3} \times 380 \times 17.32 = 1140 \quad (\text{W})$$

42. 对称三相电源，线电压 $U_L=380\text{V}$ ，对称三相感性负载作三角形连接，若测得线电流 $I_L=17.3\text{A}$ ，三相功率 $P=9.12\text{KW}$ ，求每相负载的电阻和感抗。

解：由于对称三相感性负载作三角形连接时，则 $U_L = U_P$ ， $I_L = \sqrt{3}I_P$

$$\text{因 } P = \sqrt{3}U_L I_L \cos \varphi$$

$$\text{所以 } \cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3}U_L I_L} = \frac{9.12 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380 \times 17.3} = 0.8$$



$$I_P = \frac{I_L}{\sqrt{3}} = \frac{17.3}{\sqrt{3}} \approx 10 \quad (\text{A})$$

$$|Z| = \frac{U_P}{I_P} = \frac{U_L}{I_P} = \frac{380}{10} = 38 \quad (\Omega)$$

$$R = |Z| \cos \varphi = 38 \times 0.8 = 30.4 \quad (\Omega)$$

$$X_L = \sqrt{|Z|^2 - R^2} = \sqrt{38^2 - 30.4^2} = 22.8 \quad (\Omega)$$

$$Z = 30.4 + j22.8 \quad (\Omega)$$

43. 对称三相电源，线电压 $U_L = 380\text{V}$ ，对称三相感性负载作星形连接，若测得线电流 $I_L = 17.3\text{A}$ ，三相功率 $P = 9.12\text{KW}$ ，求每相负载的电阻和感抗。

解：由于对称三相感性负载作星形连接时，则 $U_L = \sqrt{3}U_P$ ， $I_L = I_P$

$$\text{因 } P = \sqrt{3}U_L I_L \cos \varphi$$

$$\text{所以 } \cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3}U_L I_L} = \frac{9.12 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380 \times 17.3} = 0.8$$

$$U_P = \frac{U_L}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} \approx 220 \quad (\text{V}), \quad I_L = I_P = 17.3 \quad (\text{A})$$

$$|Z| = \frac{U_P}{I_P} = \frac{220}{17.3} = 12.7 \quad (\Omega)$$

$$R = |Z| \cos \varphi = 12.7 \times 0.8 = 10.2 \quad (\Omega)$$

$$X_L = \sqrt{|Z|^2 - R^2} = \sqrt{12.7^2 - 10.2^2} = 7.57 \quad (\Omega)$$

$$Z = 10.2 + j7.57 \quad (\Omega)$$

44. 三相异步电动机的三个阻抗相同的绕组连接成三角形，接于线电压 $U_L = 380\text{V}$ 的对称三相电源上，若每相阻抗 $Z = 8 + j6 \Omega$ ，试求此电动机工作时的相电流 I_P 、线电流 I_L 和三相电功率 P 。



解：由于对称三相感性负载作三角形连接时，则 $U_L = U_P$ ， $I_L = \sqrt{3}I_P$ ，
则只选一相进行计算。

$$|Z| = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10\Omega$$

所以

$$I_P = \frac{U_P}{|Z|} = \frac{380}{10} = 38 \quad (\text{A})$$

$$I_L = \sqrt{3}I_P = \sqrt{3} \times 38 = 65.8 \quad (\text{A})$$

$$P = \sqrt{3}U_L I_L \cos \varphi = \sqrt{3} \times 380 \times 65.8 \times \frac{6}{10} = 34488.6 \quad (\text{W})$$