

Lineáris hálózatok számítása és mérése

A gyakorlat célja

A cél a hálózatok számítási módszereinek alkalmazása, elektronikai alpmérések elvégzésének gyakorlása, az elméleti és kísérleti vizsgálatok eredményeinek összevetése. A kísérleti vizsgálatok segítik az elmélet alaposabb megértését és a kreativitást.

Elméleti áttekintés

Hálózatszámítási módszerek

Az ellenállásokat és generátorokat tartalmazó hálózatokat leírásához Kirchoff I. és II. törvényét és az Ohm-törvényt használjuk fel.

Kirchoff I. törvénye:

Egy hálózati csomópontban töltések nem halmozódhatnak fel, ezért a befolyó áramok összege megegyezik a kifolyó áramok összegével. Ha a befolyó és kifolyó áramokat ellentétes előjellel látjuk el, akkor a törvény szerint a csomópontba folyó áramok algebrai összege zérus:

$$\sum_k I_k = 0$$

Kirchoff II. törvénye:

Zárt áramkörben az alkatrészekben eső részfeszültségek összege zérus:

$$\sum_k U_k = 0$$

A részfeszültségek passzív és aktív alkatrészekben jelennek meg, az összekötő vezetéseket ideálisnak feltételezzük, ezért azokon feszültségesés nincs.

Ohm törvénye:

Egy ellenálláson mérhető feszültség egyenesen arányos a rajta átfolyó árammal, az arányossági tényező az elektromos ellenállás:

$$U = R \cdot I$$

$$R = \frac{U}{I}$$

Ha egy hálózat esetén az ismeretlen mennyiségekre felírjuk a fenti egyenleteket, megoldásként megkapjuk ezek értékeit. Ezt többféleképp is megtehetjük, de a bonyolultabb esetek egységes kezelése érdekében célszerű két elterjedt módszert alkalmazni az egyenletek felírására. A továbbiakban tegyük fel, hogy egy hálózatban feszültséggenerátorok és ellenállások (azaz passzív lineáris áramköri elemek) találhatók.

A csomóponti potenciálok módszere

A csomóponti potenciálok módszerével a következőképpen végezhetjük el a hálózat kiszámítását:

- Válasszuk ki a feszültségek vonatkoztatási pontját. Ennek a pontnak a feszültségét 0 V-nak tekintjük, minden csomópontban mérhető feszültségértéket ehhez viszonyítunk.
- Nevezzük el minden csomópont feszültségét.
- Írjuk fel minden egyes ágban folyó áramot az ágban található alkatrészekben eső feszültségek segítségével. Az ág két végpontján mérhető feszültségek különbsége egyenlő az áram és az ágban levő eredő ellenállás szorzatának és a feszültséggenerátorok feszültségeinek összegével.
- Az ágáramok felhasználásával írjuk fel minden csomópontra a csomóponti törvényt.
- Az egyenletek megoldásával határozzuk meg a csomóponti feszültségek és az ágáramok értékeit.

A hurokáramok módszere

A hurokáramok módszere a következő módon használható a hálózat megoldására.

- Válasszuk ki a feszültségek vonatkoztatási pontját. Ennek a pontnak a feszültségét 0 V-nak tekintjük, minden csomópontban mérhető feszültségértéket ehhez viszonyítunk.
- Indexeljük az áramkörben található összes zárt hurkot, mindegyikhez rendeljük egy hurokáramot
- Minden egyes hurokra írjuk fel a hurokegyenletet alábbi formában:

$$\sum_{k=1}^N R_{jk} \cdot i_k = U_j, \text{ ahol}$$

j az aktuális hurok sorszám, amelyikre az egyenlet vonatkozik;

R_{jk} a j -edik és k -edik hurok közös ellenállásainak előjeles eredője (negatív egy ellenállás járuléka, ha a j -edik és k -edik hurokáram ellentétes irányú), ha $k=j$, akkor a hurokhoz tartozó ellenállások összege;

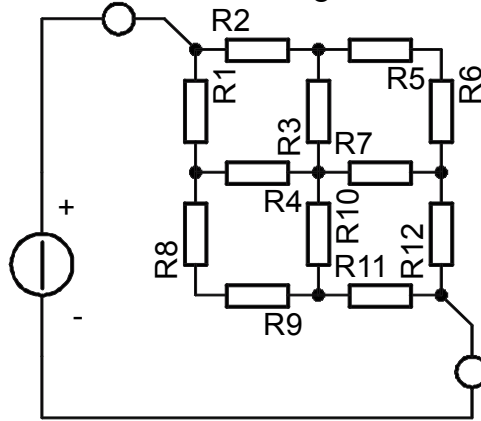
i_k a k -edik hurokáram;

U_k a hurokban található generátorok feszültségeinek összege (negatív előjellel vesszük figyelembe a generátort, ha a hurokárammal ellentétes irányú áramkomponenst hoz létre).

- Számítsuk ki a hurokáramokat a hurokegyenletek megoldásával
- A hurokáramok segítségével számítsuk ki az ágáramokat és a csomópontok potenciáljait.

Eredő ellenállás meghatározása hurokáramok módszerével

Egy ellenállásokat tartalmazó hálózat két kivezetése közötti eredő ellenállás könnyen kiszámítható a hurokáramok módszerével. Ha a két kivezetés közé egy feszültséggenerátort kötünk, egy újabb hurok jön létre. Az eredő ellenállás éppen a generátor feszültségének és ebben a hurokban folyó áramnak a hányadosa. Ha tehát felírjuk a hurokáramok módszerének egyenleteit, a hozzáadott hurokhoz tartozó feszültség és áram hányadosát kell kiszámítanunk.



Lineáris hálózatokra vonatkozó tételek

A lineáris hálózatok tulajdonságainak leírásához több tétel is felhasználható. Ezek gyakorlati alkalmazása sokszor egyszerűbb megoldásokat jelent, mint a hálózatszámítási módszerek közvetlen alkalmazása és sokat segít a helyes elektronikai szemlélet kialakításában is.

A szuperpozíció tétele

Lineáris hálózatokban a feszültséggenerátorok hatásukat egymástól függetlenül fejtik ki. Ennek megfelelően, egy ágba az egyes feszültséggenerátorok által létrehozott részáramok összege adja meg a tényleges ágáramot. Egy feszültséggenerátor által létrehozott részáramot úgy számíthatjuk ki, vagy mérhetjük meg, ha az összes többi feszültséggenerátort 0 V értékűnek választjuk, vagyis a helyükre rövidzárat teszünk.

A reciprocitás tétele

Passzív lineáris hálózatok esetén, ha a hálózat j -edik ágában elhelyezett feszültséggenerátor a k -edik ágban I_k áramot hoz létre, akkor a generátort a k -edik ágba helyezve a j -edik ágban ugyanakkora áramot mérünk. Más szavakkal a feszültséggenerátor és árammérő helye felcserélhető.

Thevenin tétele

Ha egy feszültséggenerátorokat és ellenállásokat tartalmazó részhálózat a hálózat többi részéhez csak két ponton csatlakozik, akkor helyettesíthető egyetlen feszültséggenerátorral és egy vele sorba kapcsolt ellenállással.

Az ekvivalens feszültséggenerátor értékét megkaphatjuk, ha kiszámítjuk az üresjáratú feszültséget (azaz amikor a részhálózat két kivezetése szabadon van), a soros ellenállás értéke pedig egyenlő ennek a feszültségnek és a rövidzárási áramnak a hányadosával. Az ellenállás értékét megkaphatjuk a részhálózat két kivezetése közötti eredő ellenállás kiszámításával is (amihez minden feszültséggenerátort rövidzárral helyettesítünk).

A gyakorlatok elvégzésének menete

- A feladatok elvégzéséhez szükséges elmélet áttekintése

- A számítások elvégzése a konkrét alkatrésztértékek felhasználásával
- A kapcsolás összeállítása és ellenőrzése
- A mérés megkezdésekor a generátorok bekapcsolása
- A mérésekhez vizsgálócsúccsal rendelkező digitális multiméterek használhatók

A jegyzőkönyv elkészítése

A jegyzőkönyv tartalmazza:

- A gyakorlat címét és az elvégzés dátumát
- A gyakorlatot elvégző hallgató nevét, szakját
- Rövid elméleti összefoglalót
- Sorrendben a feladatok leírását
- A kapcsolási rajzokat az alkatrésztértékek megadásával
- A számítás menetét
- A számítási és mérési eredményeket egy táblázatban a relatív eltérés feltüntetésével

Ajánlott irodalom

Török Miklós: Elektronika, JATEPress, 2000, 21-43 oldal.