Elektronika

- Laboratórium Gyakorlat -

Jegyzőkönyv

1. gyakorlat

2023. szeptember 25.

Elméleti összefoglaló

Az első gyakorlat fő témája az univerzális hálózatszámítási módszerek bemutatása és gyakoroltatása. Itt már előfordulhatnak komolyabb áramkörök, bonyolultabb felépítéssel, ám ezek még mindig egyszerűnek mondhatók, és részeiben nézve az elemi módszerekkel kezelhetők.

Fontos tudni az elemi szabályokat, például, hogy mind a **feszültség**, mind az **áram** **additív** fizikai mennyiség. Ebből két nagyon fontos tételünk is következik, mind a kettő **Kirchhoff** nevéhez köthető: a csomóponti- és a hurok-törvény.

Első említettként **Kirchhoff csomóponti törvényével** foglalkozunk, ami több formában is felírható, de a lényege az, hogy egy adott csomópontba az oda befolyó áramok összege egyenlő az onnan kifolyó áram összegével (átfogalmazva: azok előjeles számtani összege nulla).

**Kirchhoff hurok törvénye** ezzel szemben egy picit nehezebben megfogható, de angol neve („voltage law”) utal arra, hogy ez egy csomópontnak a feszültségével fog foglalkozni. A tétel lényege, hogy az, hogy két adott csomópont (vagy egy csomópont és a föld [ha létezik]) között felírhatjuk a feszültséget a köztük eső alkatrészeken eső feszültségek összegeként (másszóval: a bejárási úton eső feszültségek előjeles számtani összegével). Az, hogy egy alkatrészen eső feszültséget pozitív vagy negatív előjellel számolunk az két dologtól függ: attól, hogy aktív vagy passzív alkatrészről beszélünk; és attól, hogy a csomópont és az alkatrész között milyen irányba folyik az áram. Fontos megjegyzés az, hogy abszolútfeszültségnek az egyenletét csak akkor írhatjuk fel, ha létezik egy referencia föld pont, aminek ismerten a feszültsége, mert akkor ahhoz viszonyíthatunk. Ellenkező esetben mindig két pont közötti különbséget tudunk csak felírni ().

Ezután kihagyhatatlan fontosságú tétel az **Ohm törvénye** is. Ez a törvény azt állítja, hogy egy alkatrésznek az ellenállása egyenlő a rajta eső feszültség és áramerősség hányadosával. Általában egy ellenállásnak ez az értéke ismert, így ezt a tételt szoktuk segítségül hívni arra, hogy a feszültség vagy áram ismeretében kiszámítsuk a hiányzó információt (áram vagy feszültség).

Ezen alaptörvények ismeretében két nagyon fontos módszerünk van, amivel már az összetettebb áramköröket is tudjuk kezelni. Ezek a csomóponti potenciálok módszer, illetve a hurokáramok módszere.

A **csomóponti potenciálok módszere** a csomóponti törvényre épít. Lényege, hogy meghatározzuk az áramkör egy pontjának feszültségét *(fontos ezt csak egy kiválasztott földponthoz képest tudjuk megtenni)*. A recept pedig egyszerű, az áramkör össze csomópontjának a feszültségét jelöljük valahogy, és minden ágban vegyünk fel áramot (iránnyal együtt). Készítsünk minden ágra egy egyenletet. Az ág végpontjai közötti feszültségkülönbség egyenlő az ág alkatrészein eső feszültségekkel (kivéve, ha az ágban áramgenerátor van, akkor csak értékadás egyenlet helyett). Az egyenleteket megoldva megkapjuk a keresett értéket.

A **hurokáramok módszere** abban más, hogy fiktív áramokkal dolgozunk, ami segíti a számításokat, és ezek segítségével megkaphatók a tényleges áramok. Lényege, hogy kiválasztunk úgy hurkokat az áramkörben, hogy azok teljesen lefedjék azt, és ne legyen olyan hurok, amiben nincs rá specifikus alkatrész, illetve áramgenerátorok csak egy hurokhoz tartozzanak. Ezen hurkoknak vegyük fel a körüljárási irányukat is. Minden így kijelölt hurokra írjuk fel a huroktörvény (kivéve, ha áramgenerátor van benne, mert akkor csak értékadás történik) balra a hurokhoz tartozó generátorok feszültségeinek összegét írjuk (pozitív, ha körüljárási iránynak megfelelő áramot hoz létre). Az egyenlet jobb oldalán az összes hurokáramok ellenállásokkal súlyozott összege szerepel. A saját hurokáramot a hurok eredő ellenállásával szorozzuk, a többi hurokáramot pedig a közös ellenállások eredőjével (pozitív, ha a közös ellenálláson a két hurokáram azonos irányba folyik át).

Feladatok

1. Feladat

Az l. a) ábrán látható *(megjegyzés: a jegyzőkönyvben csak a szükséges ábrarészt közöljük)* kapcsolás felhasználásával számítsa ki az összes ágban folyó áramot és a két csomópont között eső feszültséget először a csomóponti potenciálok majd a hurokáramok módszerével is!

Állítsa össze az áramkört, majd méréssel határozza meg az ágáramokat és a csomópontok között mérhető feszültség nagyságát! Az áramok mérését közvetett módon, a feszültség mérésével és az Ohm-törvény felhasználásával végezze el! A számítási és mérési eredményeket foglalja táblázatba és számítsa ki a relatív eltéréseket!

[A képen diagram, sor, Betűtípus, Műszaki rajz látható

Automatikusan generált leírás](https://www.falstad.com/circuit/circuitjs.html?ctz=CQAgLCAMB0l3BWEBGGAmOaDsWDMkAONANgE5SsQFIrxcqBTAWmWQCgAnKFNAkAmsl7dc+SGwDu-QcNZoefcVLkKUQlGAhK18oX2SbV4rgYh6QaNGeGD4ki1dVoExI-Zl8muXTc46NZuqWWiDEAtoqwf5WNBFBYDQCFglQ9pEppsmxaYYxFi5ZqVLOrnklDlr25ebVhtpePp7eAUXShTR52h0pDe32vXkDjuIAbiBDEL2ZseA09DMwCGxj5VG1ITQprgvQSwAeIKIozWD6uEjWIABK7AfIWGe6pPTI5+A812hsBwSkKAT6SBmUjId7qK64b7jPAoUg0JgIF7PMGuACqtwsBFByBBh0g2NIEDMaK+d2QSCEMgpaHoxJAAEEoawkCRsc4LMQiShXAAhKFTHHjF6WFEgACSyEACYRQyyuVh8ZzU0F0sVoaVkv7kl4ZAoq3CAZMIZeySB0EBASLTueK0IAkwiZlBxEGIBMo5ogAEtkAAdADOgG7CJmc2H0DD6UiuN0gd1oX0BoA)A képen diagram, Műszaki rajz, sor, Tervrajz látható

Automatikusan generált leírásEllenőrizze a csomóponti törvény érvényességét a mérési adatok felhasználásával!

Feliratozott ábra

Az eredeti ábra

Adatok

Képletek

A képen fekete, fehér, tervezés látható

Automatikusan generált leírás Ohm törvénye

 Kirchhoff csomóponti törvényének formalizált alakja

 Kirchhoff hurok törvényének formalizált alakja

Számolás

**Csomóponti potenciálok módszere**

A csomópontokra felírjuk Kirchhoff csomópont törvényét. A Feliratozott ábrán látható áramirányokat tételezzük fel.

A csomópontok közötti feszültségkülönbség pedig Kirchhoff huroktörvényéből formalizálható meg. Az alábbi három képlet adható meg az és pontok közti hurkokat figyelembe véve.

Feltételezünk egy földpontot, az áramkör egyik alsó ágában, aminek következménye, hogy . Ezt felhasználva kifejezhetők az ágáramok a fenti formulákból.

Ezeket a kifejezett ágáramokat behelyettesítve a csomóponti törvénybe az alábbi egyenlet adódik:

Ezt pedig megoldhatjuk -ra, mivel a többi értékünk ismert.

Dimenzióellenőrzés elvégése után látható, hogy a számlálóban van, ez áramerősségnek felel meg. A nevezőben pedig látható. A tört így dimenzióban van, ami pont a feszültségnek felel meg. A fenti számítást így elvégezve feszültséget kapunk

Ezt visszahelyettesítve az ágáramok képletébe megkapható mindhárom ágáram.

**Hurokáramok módszere**

Ennél a módszernél a feladat elején látható Feliratozott ábrán jelölt és fiktív hurokáramokat feltételezzük. Az ágáramokat kifejezhetjük ezekkel a fiktív hurokáramokkal.

A hurokáramokból pedig a következő egyenletrendszer következik:

A szokásos mátrixalakban ezt felírva a következő adódik.

Számokkal behelyettesítve, és a szokásos módszert alkalmazva mátrixos egyenletrendszerekre a következő lépések adódnak – kerekítéssel számolva:

Ebből már felírható, hogy:

Az ágáramok pedig ezekkel könnyen megkaphatók.

[A képen diagram, sor, Műszaki rajz, Tervrajz látható

Automatikusan generált leírás](https://www.falstad.com/circuit/circuitjs.html?ctz=CQAgjCAMB0l3BWcMBMcUHYMGZIA4UA2ATmIxAUgpABZsKBTAWjDACgAnKcFPEPKmF7dsuSGwDu-QcNYoefcVLkLwQ8DRpRJa+UL5hNq8V0Nb9IFCnPDB8HVZt8UCQsZ0y+TbHtudd4BhuKo7chAJKAaEhNFSRMVQClrHayurWgkYZqZauyVQubqGRhaqlZjnevl4+GlqRBSlV+ZW12c3FbABuIB3WvbUVcbRU9MMwCN25Rf3lRsMpbuPQkwAeIKLgtTQG2Eg2IABK7OtgGLt6xPRge7Q8Ryhs63jE4HgGkObEEAeH2E+9HDgYhUJgIa5XO5gNwAVROljwEDA3w2kCRxC05lhj1OYCQQhk+JQ9CxIAAggDWEgiEiXJZCJjwG4AEIA5qsV7eHjyUkASTAgATCAFWYJgZwIIk-JkgXkoIWnYngcF1JVuPnYQDJhMK6UQCggtEQSdLZYAkwjYAHMohg9Ol3tx4ulrVEUg75MRRdVtAAHALugI7Db2i3+gzqWpxNjYDDDbJJbIQCPrTD0+R5Ij7Y1gM1SUrZULZcRRzIGlL5lIJ7RFgIVFRnYJBoA)Ellenőrzés – szimulátor

Mérések

Összevetés

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Névleges érték** | **Mért érték** | **Relatív eltérés** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  | Feltételezett |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

A relatív eltérést minden esetben a következő képlettel számoltuk (behelyettesítve természetesen a megfelelő értékeket) – helyettesíti a táblázat első oszlopainak jelölését.

2. Feladat

A l. a) ábrát felhasználva *(megjegyzés: a jegyzőkönyvben csak a szükséges ábrarészt közöljük)* számítsa ki az ellenálláson eső feszültséget arra a két esetre, amikor csak egy generátor van az áramkörben a másik értéke (rövidzárral van helyettesítve), és arra az esetre is, amikor mindkettő be van kapcsolva! Ellenőrizze a szuperpozíció tételének teljesülését!

[A képen diagram, sor, Betűtípus, Műszaki rajz látható

Automatikusan generált leírás](https://www.falstad.com/circuit/circuitjs.html?ctz=CQAgLCAMB0l3BWEBGGAmOaDsWDMkAONANgE5SsQFIrxcqBTAWmWQCgAnKFNAkAmsl7dc+SGwDu-QcNZoefcVLkKUQlGAhK18oX2SbV4rgYh6QaNGeGD4ki1dVoExI-Zl8muXTc46NZuqWWiDEAtoqwf5WNBFBYDQCFglQ9pEppsmxaYYxFi5ZqVLOrnklDlr25ebVhtpePp7eAUXShTR52h0pDe32vXkDjuIAbiBDEL2ZseA09DMwCGxj5VG1ITQprgvQSwAeIKIozWD6uEjWIABK7AfIWGe6pPTI5+A812hsBwSkKAT6SBmUjId7qK64b7jPAoUg0JgIF7PMGuACqtwsBFByBBh0g2NIEDMaK+d2QSCEMgpaHoxJAAEEoawkCRsc4LMQiShXAAhKFTHHjF6WFEgACSyEACYRQyyuVh8ZzU0F0sVoaVkv7kl4ZAoq3CAZMIZeySB0EBASLTueK0IAkwiZlBxEGIBMo5ogAEtkAAdADOgG7CJmc2H0DD6UiuN0gd1oX0BoA)A képen diagram, Műszaki rajz, sor, Tervrajz látható

Automatikusan generált leírásMérje meg az ellenálláson eső feszültséget mindhárom esetre. Az eredményeket vesse össze a számított értékekkel, adja meg a relatív hibát is!

Feliratozott ábra

Az eredeti ábra

Adatok

Képletek

A képen fekete, fehér, tervezés látható

Automatikusan generált leírás Ohm törvénye

Számolás

**Csak a bal oldali feszültséggenerátor működik**

[A képen diagram, Betűtípus, sor, képernyőkép látható

Automatikusan generált leírás](https://www.falstad.com/circuit/circuitjs.html?ctz=CQAgLCAMB0l3BWEBGGAmOaDsWDMkAONANgE5SsQFIrxcqBTAWmWQCgAnKFNAkAmsl7dc+SGwDuIUsR58ZKMBHFcFrNCmKCh3VHE7TZyJZsEmaxAeIBuIJrg1C+g4TRpga9N1GgI2ADxBRFAdwPmRcJAgdACV2QKFkFGRKCKMMcB4QGLQAnjNSEKRkBA1ojRjcPKY0aMgIJjrKaNkAVXj+QWppLvoWkABBPOQCaLBU0mju-oAhSUNkjTVXeeW+ATkoeeQtRRaXZ23d9VNN8Skdg5AMcJWAcztQpzswW+cth5vNtFqzrcCmOEEEl8CgEBB+gBJBjIQBJhHlJppUrhUlh3JoQJCOLg4WwgA)Az egyszerűbb megoldás érdekében az ábrát a következő módon is felrajzolhatjuk.

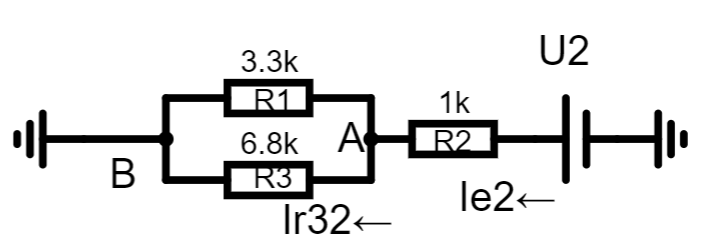
Eredő ellenállást számolunk a kapcsoláson ahhoz, hogy kiszámíthassuk az áramot.

Ez alapján megadható az áramkörben folyó áram.

A csomóponti törvény alapján az csomópontba befolyó áram a két kivezető ág összegével megkapható. Ezt visszafordítva, a két ág összege lesz az áram. Illetve, azt is tudjuk, hogy az áram az ellenállásokkal fordított arányában oszlik szét. Ezt összevetve megkaphatjuk az ellenálláson folyó áramot.

Az áram és az ellenállás ismeretében már ki tudjuk számolni az alkatrészen eső feszültséget az Ohm-törvénnyel.

**Csak a jobb oldali feszültséggenerátor működik**

[](https://www.falstad.com/circuit/circuitjs.html?ctz=CQAgLCAMB0l3BWEBGGAmOaDsWDMkAONANgE5SsQFIrxcqBTAWmWQCgAnEDAkYiNAV78oIXPkiduQkARq4EaWTRqo4Uwb1LFuhENtHE5kgG5iCEOWMXLRNMDR0qo0BGwAe3MErLcElLCUIZCUAJXZPXBDZJFxsWV5gsLQPLyVyP0pUIJQw3FSFegRkMTwqCGCdAFUUz2wkAiRBBsSUHQBBVOQCHQzkA2zwNpAAITYAc3NLezhbFTYAd2leK00+CEkltdWZA0lJ5CwdK2RiGit5rb0DHjnF3RXVI7ur4QE9C4K0JVReXDOUKwhqcQABJBhoQAJhKk0Ah6KxKGgBhhgTpQRw4tCgA)Hasonlóan az előző esethez itt is egyszerűsíti a munkát, ha felrajzoljuk a fontos részét az áramkörnek.

Az előbb említett lépéseket itt is elvégezzük, hogy megkapjuk az áramot a hálózatban.

Az előző indokláshoz hasonlóan, az csomóponton szétoszlik az áram.

A feszültség ebből már egyszerűen számolható.

**Mindkét feszültséggenerátor működik**

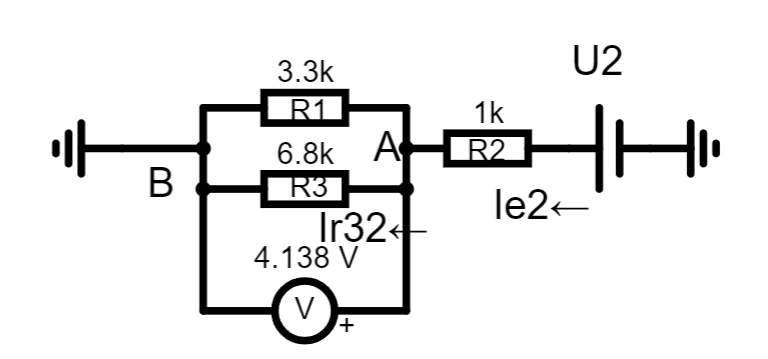
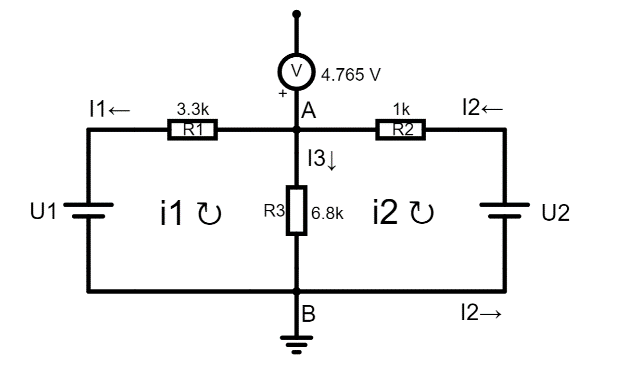
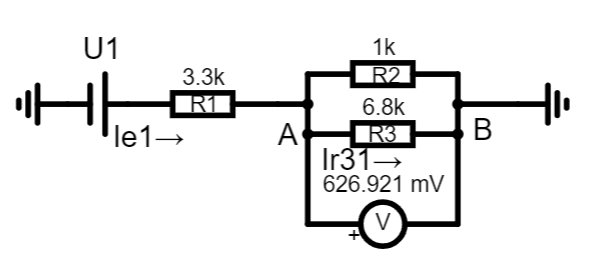
Az első feladatban leírtak, és kiszámoltak ismétlésével nem töltenénk az időt. Az ott -mal jelölt és kiszámolt áram folyik át az ellenálláson. Ezt kell megszorozni annak értékével, és megkapjuk a rajta eső feszültséget.

Az egyértelműség kedvéért viszont az ottani -ra új jelölést vezetünk be jelzéssel.

Tétel ellenőrzés

Egy lineáris hálózatban a generátorok hatása összegződik.

Az eltérés a számítási kerekítésekből adódik, de kisebb mint, .

[](https://www.falstad.com/circuit/circuitjs.html?ctz=CQAgLCAMB0l3BWEBGGAmOaDsWDMkAONANgE5SsQFIrxcqBTAWmWQCgAnEDAkYiNAV78oIXPkiduQkARq4EaWTRqo4Uwb1LFuhENtHE5kgG5iCEOWMXLRNMDR0qo0BGwAe3MErLcElLCUIZCUAJXZPXBDZJFxsWV5gsLQPLyVyP0pUIJQw3FSFegRkMTwqCGCdAFUUz2wkAiRBBsSUHQBBVOQCHQzkA2zwNpAAITYAc3NLezhbFTYAd2leK00+CEkltdWZA0lJ5CwdK2RiGit5rb0DHjnF3RXVI7ur4QE9C4K0JVReXDOUKwhqcQABJBhoQAJhKk0Ah6KxKGgBhhgTpQRw4tCAA7LFBgd68ZD4sR2e63G56IkbMm7HRrKlQNhAA)[](https://www.falstad.com/circuit/circuitjs.html?ctz=CQAgLCAMB0l3BWEBGGAmOaDsWDMkAONANgE5SsQFIrxcqBTAWmWQCgAnKFNAkAmsl7dc+SGwDuIUsR58ZKMBHFcFrNCiyz13VHE7TtSzUeUhiA8QDcQTXBqF9BwmjTA16rqNARsAHiCiKPbgfMi4SBBCIABK7AHhgsiUyGBIQm48sWj+cophYPTICMjgWTG4uUxoUZAQTLWUUbIAqvH8gtTSnfTNIACCucgEUWAppFFdfQBCkoYo0Wouc0t8AnniUsna0dsbc3uOIBhhywDmtiFHDadOUGwXJ3loNRv3AUxhJYGdEH0AkgxkIAkwiGkCKxCKYG0xFkAI4uBBbAADvNkKQHFoUBjAtxNmjjGocfjDsZDsSDlijqTlGwgA)Ellenőrzés – szimulátor

Mérések

Összevetés

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Névleges érték** | **Mért érték** | **Relatív eltérés** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

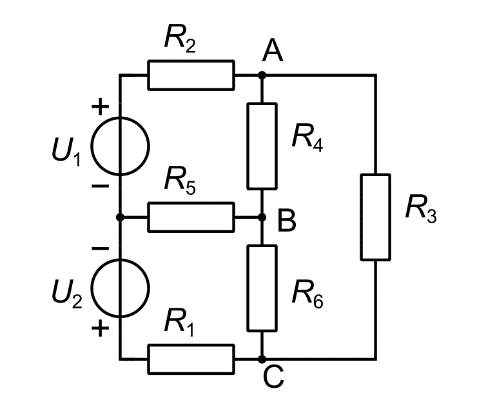
A relatív eltérést minden esetben a következő képlettel számoltuk (behelyettesítve természetesen a megfelelő értékeket) – helyettesíti a táblázat első oszlopainak jelölését.

3. Feladat

Az 1. b) ábrán látható *(megjegyzés: a jegyzőkönyvben csak a szükséges ábrarészt közöljük)* kapcsolás felhasználásával számítsa ki az összes ágban folyó áramot és a csomóponti feszültségeket a hurokáramok módszerével!

Állítsa össze az áramkört, majd méréssel határozza meg az ágáramokat és a csomópontok között mérhető feszültség nagyságát! Az áramok mérését közvetett módon, a feszültség mérésével és az Ohm-törvény felhasználásával végezze el! A számítási és mérési eredményeket foglalja táblázatba és számítsa ki a relatív eltéréseket!

Ellenőrizze a csomóponti törvény érvényességét a mérési adatok felhasználásával!

Adatok

Képletek

A képen fekete, fehér, tervezés látható

Automatikusan generált leírás Ohm törvénye

 Kirchhoff csomóponti törvényének formalizált alakja

 Kirchhoff hurok törvényének formalizált alakja

Számolás[A képen diagram, Tervrajz, Műszaki rajz, sematikus rajz látható

Automatikusan generált leírás](https://www.falstad.com/circuit/circuitjs.html?ctz=CQAgLCAMB0l3BWEBGGAmOaDsWDMkAONANgE5SsQFIrxcqBTAWmWQCgAnEF5NEAmi2L8aNVHE7dWfZFmFCUcqCDQZIknn2x8F25bnzquY0nxpoEwmsQFHlpKymKjwWCVzAEUaL55VoIMXh1AHdwLz0-VUC2MPMsHWRhPVDlFJVLKFi0hPCVXNSxJRMzbKL5JMUrMqrlJNEah2UBLLiRKWEW1L9eXy8u7L8u9vUANyleFFMJrUyXMGtlUWgENnHNJ0FpECb5mnoXGFWADylM5FxkKVxhC4gISoBVdlOWBEpo64-scCcQR7Q2Q2TQ2AzCG3qM1qqQhSgh0xh2wsFUmKTYrzIKFwSCYCyxvj+AEtkAAdADOgG7CdHcNz+Ly4q5oS6-SqEtDkqmnLyyUggXCUZBEFnCQm4DnUph8PD8EBKB7CACCEuQSFkglV0vlIAAQhKID5hB8CLytQBhCW5bCUJjvFQtB58ABKLxpVwIOMyBAJk0dgNOziclCwGpoDpAjtw1MmvHi3noYcdYCjjNkKmSGBZTuIFoeLRtvMF8e84ZOUh+PnppH1pCuWoAkqSyYAkwmVP2D3Crsu9wjr7Ob1IMaauCAixHufzrYrJgETCZVgAsjsvy2sTvuz14qkpl1WkJD1xuAZMJlR9iEhR92QHWwOT1x0dpQC3BhZeEOSj68wPRkNMWCY9xPiHJQAEwjYIA)

A számolásokhoz a fenti ábrán jelölt áramirányokat, és hurokáramokat vesszük. Ekkor a csomóponti törvény értelmében az alábbi összefüggések lesznek igazak.

Feltételezünk az áramkörben egy pontot. Ez legyen a két feszültséggenerátor negatív kivezetésein (a nem jelölt csomópontban).

Az ágáramok és a fiktív hurokáramok így függenek össze:

A hurokáramok módszere alapján az alábbi egyenletrendszert kell megoldanunk.

Ez a szokásos mátrixalakra, ahol a balról jobbra haladva az oszlopok sorra az együtthatóit, az utolsó oszlop pedig az egyenlőség jobb oldalát jelenti.

Ide az értékek behelyettesítése után ezt kapjuk.

A matematikai módszer alkalmazása után pedig a következő mátrixot kapjuk – kerekített értékekkel.

Az ágáramok ez alapján pedig a következőképpen alakulnak.

A feszültségek a csomópontokban már igen egyszerűen megkaphatók.

[A képen szöveg, diagram, Tervrajz, Betűtípus látható

Automatikusan generált leírás](https://www.falstad.com/circuit/circuitjs.html?ctz=CQAgLCAMB0l3BWEBGGAmOaDsWDMkAONANgE5SsQFIrxcqBTAWmWQCgAnEF5NEYiC2L8INVHE7dWfZFmFMBKOVBBoMkSTz5oCBKcJ16aufBq5jSfGmgTCaxAhPMhSdlMRo0wWJyEcodPwsrFHgNAHcg1V0otVE2SOsYoWijBJVDWJiIlVk3ZEsodLFlMQ8ixJF9Kpz-Xj1-RVr7URq2ADcpXhRCrVVbFS97QahoBA6umXK+1xGwYxGYcYAPKQHkXGQpXGENiAhkYQBVdlWWBEo47cvscHcQI7R0vsOaF9Ln6SV5L4KrNlWsioBkoCFId0OIAAggCuj16CwesIDsIAEKwjYgfCXCCbLz3ADCsKYWG0pARF1UswOfAASqduFgtmRuANSRC6U9VuVkAh6FgkLzkQEQLTcBiZBhVJRePQaaKwBitmggSRVFL5bTiMTySgCFsSXpkAR9iLaSspLd8IJSLjIJQUSAAJLIAA6AGdAEmExN4oPBTFt-D4jqdaA93u5EBslAI4JI+MhTtwHsAiYQ+sDg3l6FhoFFbENh91ps684KWwWkJAht3uwDJhLC9CRKCZpQnhE6wKmfcJ9S4-KbEwgPfWzmAjaQDbyegP28QPYAEwjYAHNJt99CU3BpcD5csoFAdlFtPGxtzR-Fc6oUj0VT6vZn1FNetzu+jYft1Mk+TzukkZ+rtBm-TwahcADjwABwybIsQQPh6AglQmhUeCikgjdwCNZQUI0IA)Ellenőrzés – szimulátor

Mérések

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  | |

Csomóponti törvény ellenőrzése

A csomóponti törvény azt állítja, hogy az áramkör egy csomópontjába befolyó áramok előjeles összege, megegyezik a kifolyó áramok előjeles összegével. Ennek ellenőrzésére a csomópontokra írjuk fel az adatokat.

Mérési, illetve kerekítés hibákból adódó minimális eltérés:

* volt / nem volt ha volt, akkor
* volt / nem volt ha volt, akkor
* volt / nem volt ha volt, akkor

Összevetés

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Névleges érték** | **Mért érték** | **Relatív eltérés** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

A relatív eltérést minden esetben a következő képlettel számoltuk (behelyettesítve természetesen a megfelelő értékeket) – helyettesíti a táblázat első oszlopainak jelölését.

Vad Avar

Stefán Kornél