



Kedvenc Kísérleteim

Fizika



Járai Antal  
Kedvenc Kísérleteim  
Fizika

© Járai Antal

A mű más kiadványban való részleges vagy teljes felhasználása, utánközlése, illetve sokszorosítása tilos!

# TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS . . . . .	7
1. PASSZÍV ÁRAMKÖRÖK . . . . .	10
1.1. RLC hálózatok . . . . .	10
1.2. Diódák . . . . .	10
1.3. Egyenirányítók . . . . .	10
1.4. Szűrés . . . . .	10
1.5. Feszültségstabilizálás . . . . .	10
1.6. Mérőegyenirányítók . . . . .	10
1.7. Fotofélvezetők . . . . .	10
2. MŰVELETI ERŐSÍTŐK . . . . .	11
2.1. Alapkapcsolások . . . . .	11
2.2. Összeadás és kivonás . . . . .	11
2.3. Kisfrekvenciás erősítők . . . . .	11
2.4. Feszültséggenerátorok . . . . .	11
2.5. Áramgenerátorok . . . . .	11
2.6. Integrálás . . . . .	11
2.7. Differenciálás . . . . .	11
2.8. Kapcsoló üzem . . . . .	11
2.9. Mérőkapcsolások . . . . .	11
2.10. Függvénygenerátorok . . . . .	11
2.11. Szorzók . . . . .	12
2.12. Analóg kapcsolók . . . . .	12
2.13. Szabályozás . . . . .	12
3. TRANZISZTOROK . . . . .	13
3.1. Alapok . . . . .	13
3.2. Kapcsolások . . . . .	13
3.3. Kaszkád . . . . .	13
3.4. Teljesítményerősítők . . . . .	13
3.5. Oszcillátorok . . . . .	13
3.6. Egyéb alkalmazások . . . . .	13

---

4. FET-EK . . . . .	14
4.1. Alapok . . . . .	14
4.2. Kapcsolások . . . . .	14
4.3. Alkalmazások . . . . .	14
5. DISZKRÉT ÁRAMKÖRÖK . . . . .	15
5.1. Billenő áramkörök . . . . .	15
5.2. Logikai kapcsolások . . . . .	15
5.3. Kombinációs hálózatok . . . . .	15
5.4. Soros hálózatok . . . . .	15
5.5. Mikroprocesszorok . . . . .	15
5.6. A/D és D/A átalakítók . . . . .	15
IRODALOM . . . . .	16
MUTATÓ . . . . .	18

# BEVEZETÉS

*Nem számít, milyen okos vagy, nem számít, milyen szép az elméleted. Ha a kísérletek nem igazolják, rossz.*

*Richard P. Feynman*

## A kísérletezésről

Ez a könyv elsősorban a tizenéves korosztálynak szól. A benne leírt elektronikai kísérleteket egyszerű, elég olcsón megvásárolható eszközökkel, anyagokkal végezhetjük el, de sokkal közvetlenebb tapasztalatokat szerezhethetünk általuk, mint a távolról, esetleg a TV-ben látott és gondosan előkészített kísérletekből. Nagyon sok kísérletet egyedül is el lehet végezni, de azért ne titokban dolgozzatok! Ha nem boldogultok, kérjétek tanácsot, segítséget! Minden kísérletet kipróbáltam, sokhoz fénykép, esetleg videó is van, azonban a személyes tapasztalat mindig többet ér, mintha csak mások kísérleteit nézzük végig. Bizonyára sokan szeretnének új dolgokat felfedezni, vagy látványos kísérletekkel elkápráztatni barátait. TŰRELEM! Az otthoni kísérletezés célja, hogy közvetlen tapasztalatból ismerjük meg a dolgokat. Eközben adódnak látványos kísérletek is. Az új felfedezéseket hagyjuk későbbre, amikor már biztos és részletes ismereteink lesznek.

Hét éves voltam, amikor Verne könyvét, a „Rejtelmes sziget”-et olvastam, és ez örökre eljegyzett a tudományokkal. Elsősorban a nitroglicerin készítése nyűgözött le. (Verne leírása meglehetősen pontos.) Volt otthon néhány ismeretterjesztő könyv, Öveges „Kis fizika” című könyve, Bragg „Az elektromosság diadalútja” című könyve, Sztrókay Kálmán kísérletekről szóló könyvei, Perelman-könyvek. Jó darabig a kémia vonzott a legjobban, bár olvastam fizikát, csillagászatot, matematikát és mindenféle műszaki dolgot is (meg általában mindent, amihez hozzáfértem). Természetes volt, hogy a debreceni Vegyipari Technikumba mentem középiskolába. Abban a reményben írom ezt a könyvet, hogy — négy évtizedes egyetemi oktatás után — az általános iskolásoknak és középiskolásoknak is sikerül valamit továbbadnom abból, amit én kaptam a „népszerűsítő” könyvek szerzőitől és tanáraimtól. Bár elektronikából sok jó kísérletező könyv van, talán ebben is talál néhány érdekességet az Olvasó. Elsősorban az egyszerű elvégezhetőségre törekedtem.



A természet- és műszaki tudományok akkor indultak fejlődésnek, amikor felismerték, hogy *kísérletezni* kell. Ki kell próbálni dolgokat, csak így juthatunk ismeretekhez. Aztán, ha felismerünk valamilyen törvényszerűséget, újabb kísérleteket tervezhetünk az ellenőrzésére. Ha igaznak bizonyul, megtartjuk, ha nem, elvetjük, vagy pontosabb összefüggést keresünk. „A kísérlet az elmélet nélkül vak, az elmélet a kísérlet nélkül üres szellemi játék.” Sok összefüggés csak közelítőleg igaz, ilyenkor tudnunk kell, milyen pontossággal. Minden tudományos igazság kizárólagos próbaköve a kísérlet! Minden kísérlet kérdés a természethez, de csak értelmes kérdésre kapunk értelmes választ. Éppen az a célunk, hogy megtanuljunk az értelmes kérdezés művészetét. Közben sok mindent mélyebben megértünk és sok adatot is megjegyzünk. AZ ELSŐDLEGES CÉL A MEGÉRTÉS.

A műszaki tudományok az alaptudományokra épülnek: az orvostudomány a biológiára, a vegyészmérnök tudása a kémiára, a gépészmérnöké a fizikára, a villamosmérnöké a fizikának az elektromossággal és mágnességgel foglalkozó részére. Felesleges lenne ennek a könyvsorozatnak a fizika részében leír kísérletek leírását itt megismételni, azonban az ottani ismeretekre itt szükség lesz. Csak azt tanácsolhatom hát, hogy először alaposan tanulmányozzuk át az ottani kísérleteket, hogy értsük, mit is csinálunk. Ismernünk kell az Ohm-törvényt, különböző alapkapcsolásokat, az egyen- és váltóáramokat, a transzformátort, az ott is használt DMM (Digitális MultiMéter) kezelését és tulajdonságait, az alkatrészek rajzjeleit. Akit a diódák és tranzisztorok működésének részletei érdekelnek, az olvassa el a fizika kötet szilárdtestfizika részét, de erre nem lesz feltétlenül szükség.

Már Galilei, az első vérbeli kísérleti fizikus felismerte, hogy „a természet könyvét a matematika nyelvén írták”. Szükségünk lesz tehát matematikai ismeretekre. Nem kell azért nekiülnünk matematikát tanulni. Amire itt szükségünk lesz, azt a fizika részben tárgyaljuk, és csak a legegyszerűbb egyenletrendezéseket kell már ismerni. Meggyőződésem, hogy a sebesség és a gyorsulás fogalmát sokkal könnyebb megérteni, mintha csak differenciálni tanulnánk magában. Ráadásul elég a fogalmak megértésére összpontosítani, mert a számításokban segít a számítógép. A legalapvetőbb matematikai fogalmak tehát a fizika részben fordulnak elő, mindjárt az elején, a mozgás tárgyalásánál. Némelyik feleslegesnek látszik, de mindegyik fontos szerephez jut. A matematikáról részletesebben a könyvsorozat matematika részéből tájékozódhatunk.

Mielőtt elvégezzünk egy kísérletet, gondosan olvassuk el a leírását. Hiánytalanul gyűjtjük össze a hozzávalókat, hogy ne közben kelljen kapkodni. Sok kísérletekkel foglalkozó könyv a leírás elején összefoglalja a hozzávalókat. Ezt direkt nem tettem, mert szerintem csak arra csábít, hogy ne olvassuk el előre a leírást. A kísérlet leírásának végét □ jelzi. Nem kell a kísérleteket sorban elvégezni. Sokszor előfordul, hogy valami hiányzik, esetleg egyszerűen túl bonyolultnak találjuk a kísérletet, vagy nincs elég időnk rá. Ilyenkor megelégszünk a leírással, és ha sikerül beszerezni az eszközöket, anyagokat, van időnk, kedvünk, akkor visszatérünk rá. A könyv első olvasásra kihagyható, nehezebb részei \* és \* jelek között vannak, a még nehezebbek \*\* és \*\* között. Legjobb sorban olvasni a fejezeteket. Ha előreugrunk, előfordulhat, hogy valami olyanba ütközünk, amit még nem ismerünk. Ilyenkor vissza kell térnünk egy előző fejezethez. Azt hiszem, az abszolút minimum, amit elég elvégezni, tíz kísérletből egy. Ajánlatos a kísérletek harmadát-felét

megcsinálni. Az elméleti magyarázatoknál is nyilván előfordulhat, hogy nem értünk valamit. Nem probléma, nem fogunk felelni belőle. Ilyenkor legjobb átfutni, hogy lássuk, mire is megy ki a dolog. Később majd visszatérhetünk rá, amikor már többet tudunk. Az ember nem mindig egyből érti meg a dolgokat. Hogy ezt a visszatérést megkönnyítsük — ismeretterjesztő könyveknél szokatlanul — a könyvhöz van mutató. Itt betűrendbe felsorolom a fogalmakat, neveket az oldalszámokkal, ahol előfordulnak. A legfontosabb oldalszám, ahol elmagyarázzuk a dolgot, *dőlt* betűvel van megadva. Így felesleges mindent többször elismételni. Ha valami olyannal találkozunk, amit kihagytunk, vagy már elfelejtettünk, könnyen megtalálhatjuk a magyarázatot. Ugyancsak megadom a könyv végén, hogy milyen könyveket használtam fel, még akkor is, ha nem magyar nyelvűek. A pontos hivatkozást azonban, hogy mit honnan vettem, nem adom meg, ez ismeretterjesztő könyveknél nem is szokás.

Nem árt, ha *laboratóriumi jegyzőkönyvet* vezetünk. Ez egyszerűen egy iskolai füzet, amibe golyóstollal leírjuk a kísérleteket, azonnal felírjuk a mért adatokat. Olyat szoktak választani, hogy ne lehessen feltűnés nélkül lapokat kiszedni vagy beletenni. Egy-egy kísérletre egy oldalt vagy két egymás melletti oldalt szánunk. Az oldal szélére írunk dátumot. Egy mondat, vagy a cím megadja, hogy mi a feladat. Leírjuk, hogy mit tervezünk, vagy megadjuk, hogy honnan vettük a kísérletet, esetleg, hogy min alapul. Felírjuk a méréseket, észleléseket, bonyolultabb esetben lerajzoljuk a kapcsolást. Ha esetleg valamit hibásan írtunk fel, ne próbáljuk meg kiradírozni vagy átírni, mert egy idő után nem lehet tudni, melyik volt a helyes: egyszerűen húzzuk át, és írjuk fel újra. Végül rövid összegzés jöhet, esetleg további tervek, ötletek, módosítási javaslatok. Ha ezeket később kipróbáljuk, hozzáírhatjuk az eredeti kísérlethez, megadva az újabb dátumot. Ezért ne sajnáljuk, ha néhány sor üresen marad. Nem kell regényt írni! Egyetlen alapelv van: hogy később is meg tudjuk mondani, mi történt. Még akinek nagyon jó a memóriája, az is meglepődik, ha néhány hónap vagy pláne év múlva beleolvas a saját kísérleti jegyzőkönyvébe.

### **Feltétlenül betartandó biztonsági szabályok:**

NE KÍSÉRLETEZZETEK A HÁLÓZATI ÁRAMMAL! Bár elvi különbség nincs, a gyakorlati az, hogy a 24 V alatti feszültség veszélytelen, míg a hálózati 220 V életveszélyes! Hagyjuk ezt későbbre, felnőtt korra.

Néha, néhány speciális esetben vegyszerekre lesz szükségünk. MINDEN VEGYI ANYAGOT, AMI A KEZETEKBE KERÜL, KIVÉTEL NÉLKÜL TEKINTSETEK MÉRGEZŐNEK, MARÓNAK, VESZEDELMESENEK és óvatosan bánjatok vele! Semmi esetre se kóstolgassatok vegyszereket! Egészen ártalmatlannak látszó anyagok, mint például műtrágyák is mérgezőek már 1–2 dekagrammos mennyiségben is! A veszélyes eszközöket és a vegyszereket zárt helyen, különösen kis gyerekektől elzárva kell tartani! A rendetlenség, kapkodás, dobálás, szaladgálás, játék veszélyes, tartsatok rendet! Tartsatok be az előírásokat! Csak olyan kísérletet végezzetek, aminek előre tudjátok az eredményét. Az ismeretlen eredményű kísérletek elvégzését hagyjuk a kutatókra, akik még ilyen esetekben is nagyjából tudják, mi történhet.

Budapest, 2021. október 23.

*Járai Antal*

# **1. PASSZÍV ÁRAMKÖRÖK**

## **1.1. RLC hálózatok**

## **1.2. Diódák**

## **1.3. Egyenirányítók**

## **1.4. Szűrés**

## **1.5. Feszültségstabilizálás**

## **1.6. Mérőegyenirányítók**

## **1.7. Fotofélvezetők**

## **2. MŰVELETI ERŐSÍTŐK**

### **2.1. Alapkapcsolások**

### **2.2. Összeadás és kivonás**

### **2.3. Kisfrekvenciás erősítők**

### **2.4. Feszültséggenerátorok**

### **2.5. Áramgenerátorok**

### **2.6. Integrálás**

### **2.7. Differenciálás**

### **2.8. Kapcsoló üzem**

### **2.9. Mérőkapcsolások**

### **2.10. Függvénygenerátorok**

### **2.11. Szorzók**

### **2.12. Analóg kapcsolók**

### **2.13. Szabályozás**

## **3. TRANZISZTOROK**

### **3.1. Alapok**

### **3.2. Kapcsolások**

### **3.3. Kaszkád**

### **3.4. Teljesítményerősítők**

### **3.5. Oszcillátorok**

### **3.6. Egyéb alkalmazások**

## **4. FET-EK**

### **4.1. Alapok**

Még nincs kész!

### **4.2. Kapcsolások**

Még nincs kész!

### **4.3. Alkalmazások**

Még nincs kész!

## **5. DISZKRÉT ÁRAMKÖRÖK**

### **5.1. Billenő áramkörök**

Még nincs kész!

### **5.2. Logikai kapcsolások**

Még nincs kész!

### **5.3. Kombinációs hálózatok**

Még nincs kész!

### **5.4. Soros hálózatok**

Még nincs kész!

### **5.5. Mikroprocesszorok**

Még nincs kész!

### **5.6. A/D és D/A átalakítók**

Még nincs kész!



## IRODALOM

- [1] Arnold, V. G.: *Huygens and Barrow, Newton and Hook*. Birkhäuser, 1990.
- [2] Bártfai Béla: *Galvanizálás*. Nehézipari Könyvkiadó, 1954.
- [3] Bártfai Béla: *Galvanizálók zsebkönyve*. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1962.
- [4] Bódi Sándor: *Elektromosság és elektronika. Kézirat*. KLTE, Debrecen, 1987.
- [5] Bodocs István: *A ködfénylámpa*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1958.
- [6] Bragg, Lawrence: *Az elektromosság diadalútja*. Dante Könyvkiadó, Budapest, 1950.
- [7] Bronstejn, I. N.–Szemengyajev, K. A.: *Matematikai zsebkönyv*. Műszaki Könyvkiadó, 1980.
- [8] Budó Ágoston: *Kísérleti fizika I–II*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1975, 1972.
- [9] Budó Ágoston–Mátrai Tibor: *Kísérleti fizika III*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1977.
- [10] Csurgay Árpád – Simonyi Károly: *Elektronfizika*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1969.
- [11] Dobos Dezső: *Elektronikus kémiai mérőeszközök*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962.
- [12] Eder, Franz X.: *Moderne Messmethoden der Physik 1–3*. VEB deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1960.
- [13] Feynman, R. P. – Leighton, R. B. – Sands, M.: *Mai fizika I–X*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.
- [14] Gergely Lajos–Czellár Sándor: *Elektronikai alkatrészek és műszerek. Kézirat*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1977.
- [15] Ivanovszkij, M.: *A legyőzött elektron*. Művelt Nép Könyvkiadó, Budapest, 1954.
- [16] Jeges Károly: *Elektrotechnika egyszerű kísérletekkel*. Gondolat, Budapest, 1961.
- [17] Juhász András (szerk.): *Fizikai Kísérletek gyűjteménye I–III*. Arkhimédész Bt.–TypoTeX, Budapest, 2001, 1995, 1996.
- [18] Kittel, Charles: *Bevezetés a szilárdtest-fizikába*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981.
- [19] Lehmann, Johannes G.: *Diódák és tranzistorok*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975.
- [20] Makai Lajos : *Munkafüzet a gimnáziumi fizikai mérésekhez*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1973.

- 
- [21] Marx György: *Életrevaló atomok*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1978.
- [22] Mitro János–Kamocsai Ignác: *Hobbym az elektronika*. Gondolat, Budapest, 1977.
- [23] Nagy Károly: *Elektrodinamika*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1968.
- [24] Öveges József: *Kis fizika I–II*. Művelt Nép Könyvkiadó, Budapest, 1953, 1954.
- [25] Öveges József: *Klasszikus fizika*. Minerva, Budapest, 1968.
- [26] Öveges József: *Kísérletezzünk és gondolkozzunk!* Gondolat Kiadó, Budapest, 1979.
- [27] Öveges József–Molnár Ottó: *Játékos kísérletek az elektronnal*. Móra Ferenc Könyvkiadó, Budapest, 1981.
- [28] Pattantyús Á. Géza (szerk.): *Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve 1.–11.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1959–.
- [29] Pápay László: *Kristálytan, ásványtan, kőzetan*. Szegedi Egyetemi Kiadó, Szeged, 2006.
- [30] Sękowski: *Galvanizáljunk otthon!* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972.
- [31] Siddons, Collin: *Fizikai kísérletek*. Novotrade, Budapest, 1991.
- [32] Simonyi K.: *Villamosságtan*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1964.
- [33] Simonyi K.: *Elméleti villamosságtan*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1969.
- [34] Simonyi K.: *A fizika kultúrtörténete*. Gondolat Kiadó, Budapest, 1978.
- [35] Simonyi K.: *Elektronfizika*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1981.
- [36] Simonyi K.: *Elméleti villamosságtan példatár*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1989.
- [37] Solymár László: *Elektromágneses térelmélet és alkalmazásai*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980.
- [38] Sólyom Jenő: *A modern szilárdtest-fizika alapjai I–III*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2009.
- [39] Stokley, James: *Az elektronok világa*. Franklin Könyvkiadó.
- [40] Szentiday Klára–Dávid Lajos–Kovács András–Bársony István: *Mikroelektronikai érzékelők*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1993.
- [41] Szonyin, A. Sz.: *Beszélgetések a kristályfizikáról*. Akadémiai Kiadó, 1981.
- [42] Tietze, U. – Schenk, Ch.: *Analóg és digitális áramkörök*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981.
- [43] Tóth Eszter, Holics László, Marx György: *Atomközelen*. Gondolat, Budapest, 1981.
- [44] Wojciechowski, J.: *Elektronikai játékok építése*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980.
- [45] Zátonyi Sándor: *Játékok zsebteleppel és mágnespatkóval*. Móra Ferenc Könyvkiadó, Budapest, 1980.
- [46] Ziel, Aldert van der: *Szilárdtest-elektronika*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982.

# MUTATÓ

A legfontosabb hivatkozás (általában a definíció) oldalszáma *dőlt* betűvel van szedve. A külső, azaz más könyvekre történő hivatkozások előtt szögletes zárójelben szerepel az adott könyv sorszáma az irodalomjegyzékben.

Arnold, V. I.	17	Holics László	18
Bársony István	18	Ivanovszkij, M.	17
Bártfai Béla	17	Jeges Károly	17
Bódi Sándor	17	Juhász András	17
Bodocs István	17	Kamocsai Ignác	18
Bragg, Lawrence	17	kísérlet	8
Bronstejn, I. N.	17	Kittel, Charles	17
Budó Ágoston (1914–1969)	17	Kovács András	18
Csurgay Árpád	17	laboratóriumi jegyzőkönyv	9
Czellár Sándor	17	Lehmann, Johannes G.	17
Dávid Lajos	18	Leighton, Robert B.	17
Dobos Dezső	17	Makai Lajos	17
Eder, Franz X.	17	Marx György	18
Feynman, Richard Phillips (1918–1988)	17	Mátrai Tibor	17
Galilei, Galileo (1564–1642)	8	Mitro János	18
Gergely Lajos	17	Molnár Ottó	18
		Nagy Károly	18

Öveges József 18

Pápay László 18  
Pattantyús Á. Géza 18

Sands, Matthew 17  
Schenk 18  
Sękowski 18  
Siddons, Collin 18  
Simonyi Károly (1916–2001) 17, 18  
Solymár László 18  
Sólyom Jenő 18  
Stokley, James 18  
Szemengyajev, K. A. 17  
Szentiday Klára 18  
Szonyin, A. Sz. 18

Tietze 18  
Tóth Eszter 18

Wojciechowski, J. 18

Zátonyi Sándor 18  
Ziel, Aldert van der 18

