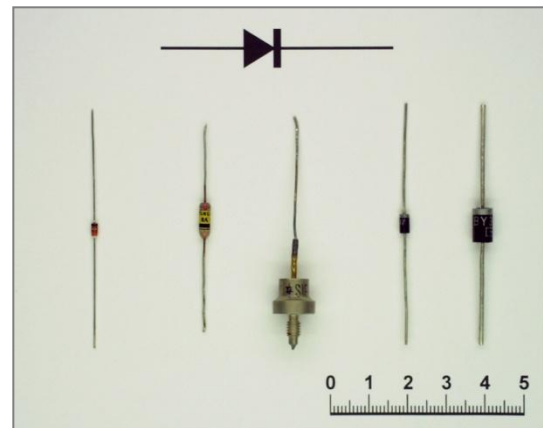
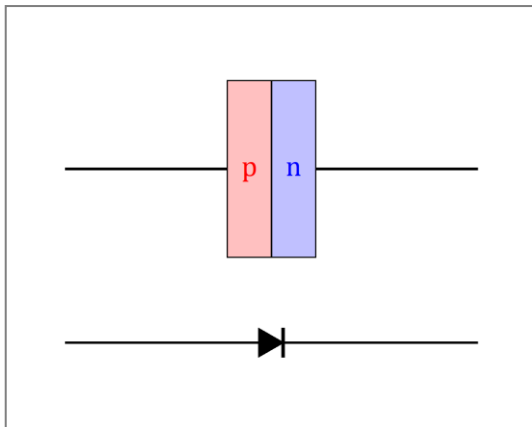


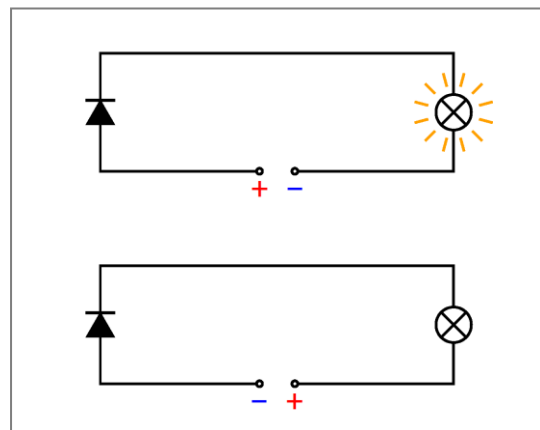
◀	<i>Tartalom</i>	<i>Fogalmak</i>	<i>Törvények</i>	<i>Képletek</i>	<i>Lexikon</i>	▶
---	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----------------	---

A dióda és a tranzisztor

A *félvezető dióda* olyan elektronikai alkatrész, amelyben a félvezető kristály egyik része p típusú, másik része n típusú. (A félvezető dióda helyett, ha nem okoz félreértést, a dióda elnevezést is használhatjuk.)

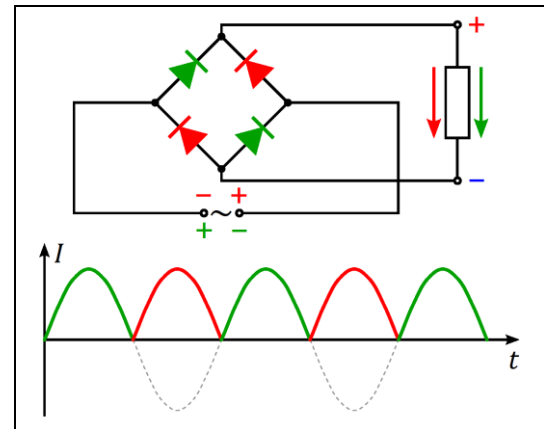
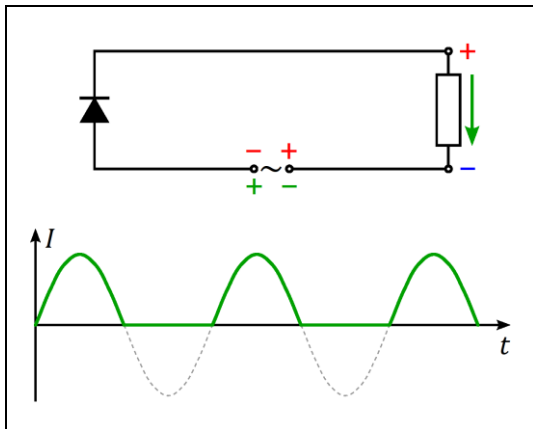


Egy félvezető diódát és egy zseblámpaizzót sorba kapcsoltunk, és ezt a rendszert egy zseblámpatelephez csatlakoztattuk. A kísérletet megismételtük úgy is, hogy a zsebtelep pólusait felcseréltük. Azt tapasztaltuk, hogy az izzó csak az egyik esetben világított. Ha a kísérletet megismételve mindkét esetben megmérjük az áthaladó áram erősségét, azt tapasztaljuk, hogy a diódán gyakorlatilag csak egyik irányba folyik az áram. *A félvezető dióda csak egyik irányba vezeti az áramot.* A kísérletek azt mutatják, hogy *a diódán keresztül csak a p típusú rész felől az n típusú felé folyik*



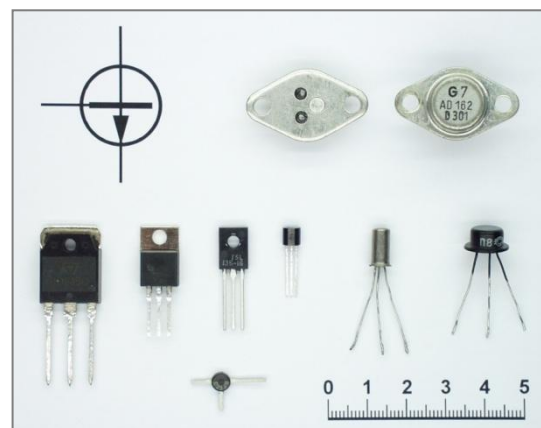
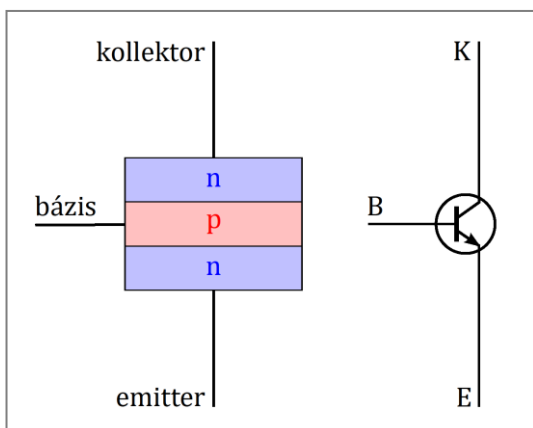
áram, ellenkező irányba gyakorlatilag nem. A dióda ezen tulajdonságát tükrözi a dióda kapcsolási jele is, amelynél a nyíl iránya az áram irányát jelzi.

A félvezető diódákat a gyakorlatban többnyire a váltakozó áram egyenirányítására használják. Egyszerűbb esetben csak egyetlen diódát kapcsolnak sorba a fogyasztóval. Ekkor a fogyasztón csak az egyik félperiódusban folyik áram, a másikban nem.



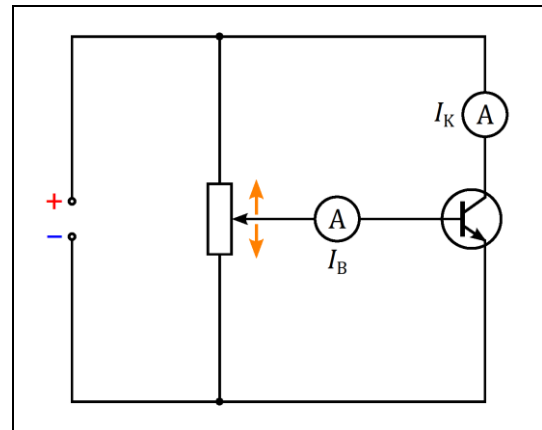
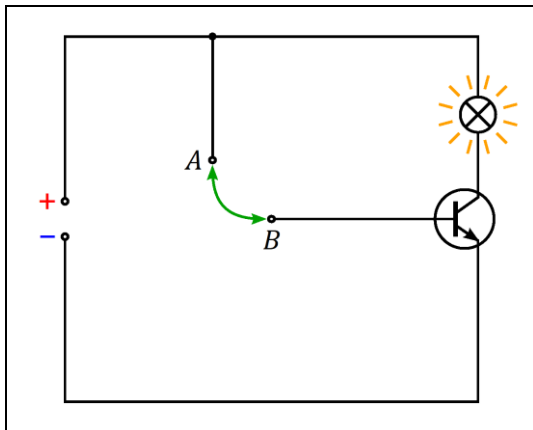
Különleges kapcsolásokkal elérhető, hogy a váltakozó áram mindkét félperiódusát hasznosítani lehessen. Például a 4 diódából felépített *Graetz-kapcsolás* is ezt valósítja meg. Az ábrán zölddel jelölt diódák az egyik félperiódusban, a pirosak a másikban vezetnek, a fogyasztón pedig mindig ugyanolyan irányba folyik az áram.

A *tranzisztor* olyan elektronikai alkatrész, amelyben a félvezető kristály három rétegből áll. A rétegek vagy p-n-p, vagy n-p-n sorrendben kapcsolódnak egymáshoz. Az egyes rétegek elnevezései: a középső réteg a *bázis*, a két szélső a *kollektor*, illetve az *emitter*. A kollektor és az emitter mérete, továbbá adalékolása („szennyezettsége”) is különbözik egymástól. A tranzisztor kivezetésein átfolyó áramokat *bázisáramnak*, *kollektoráramnak*, illetve *emitteráramnak* nevezzük.



Az n-p-n tranzisztornak két kapcsolási jele is létezik, ezek a fenti képeken láthatók. A p-n-p tranzisztor jele csak abban különbözik, hogy az emittert jelző nyíl az ellenkező irányba, a bázis felé mutat. (A továbbiakban a bal oldali változatot használjuk.)

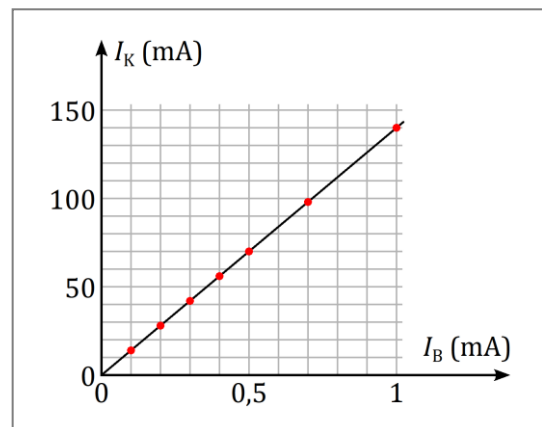
A tranzisztor működésének bemutatásához az ábrán látható kapcsolást állítottuk össze egy n-p-n tranzisztorból és zseblámpaizzóból. Bekapcsoláskor az izzólámpa nem világított, a tranzisztoron át nem folyt áram. Ha azonban két ujjunkat az *A* és *B* pontokhoz érintettük, az izzó világított, tehát a tranzisztoron áram haladt át. Az izzó akkor is világított, ha az *A* és *B* közé egy 20 k Ω -os ellenállást kapcsolunk az áramkörbe. Eszerint a bázisáram ki-be kapcsolásával a kollektoráram erőssége módosítható.



Az előző kapcsolást kissé módosítva, a potencióméterrel változtattuk a bázisáram erősségét, és közben mértük a kollektoráram erősségét. A mérés eredményét az alábbi táblázat tartalmazza. A táblázatban feltüntettük a kollektoráram és a bázisáram hányadosát is.

I_B (mA)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0
I_K (mA)	14	28	42	56	70	98	140
$\frac{I_K}{I_B}$ (1)	140	140	140	140	140	140	140

Látható, hogy a kollektoráram erőssége lényegesen nagyobb, mint a bázisáram erőssége. A mérések szerint a kollektoráram és a bázisáram erősségének a hányadosa állandó, tehát a két mennyiség egyenesen arányos egymással. Ennek megfelelően, ha grafikonon ábrázoljuk a kollektoráramot a bázisáram függvényeként, akkor egy egyenest kapunk.



A kollektoráram és a bázisáram erősségének a hányadosát a tranzisztor áramerősítési tényezőjének nevezzük, jele: β . Képlettel:

$$\beta = \frac{I_K}{I_B}$$

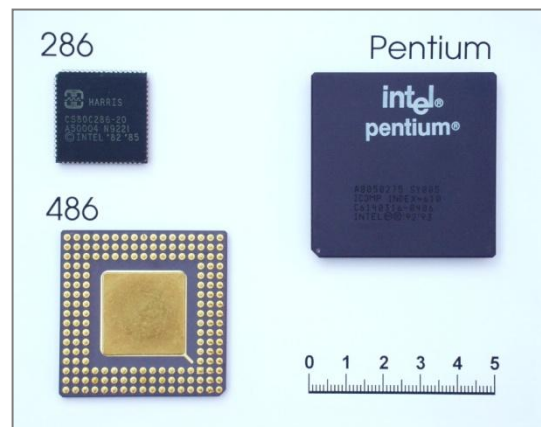
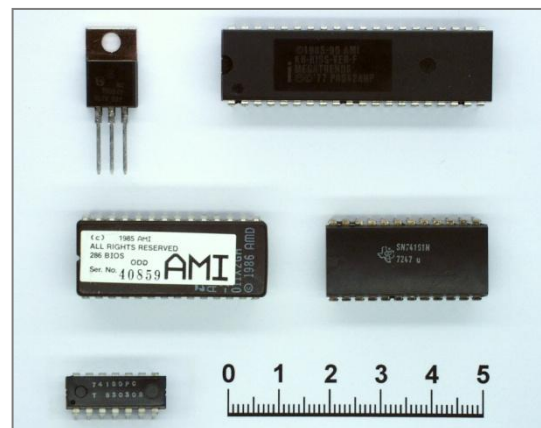
Az áramerősítési tényező mértékegysége:

$$[\beta] = \frac{[I_K]}{[I_B]} = \frac{A}{A} = 1.$$

Az előző mérésből következik, hogy ha a bázisáramot kis mértékben megváltoztatjuk, akkor a kollektoráram β -szor nagyobb mértékben változik. Emiatt a tranzisztor áramok, illetve áramváltozások erősítésére, valamint vezérelhető kapcsolóként használható. Tranzisztoros erősítőket tartalmaz a legtöbb elektronikai berendezés (erősítő, rádió, tv, DVD-lejátszó stb.). Kapcsoló funkciót látnak el a tranzisztorok a digitális eszközökben (kvarcóra, zsebszámológép, számítógép és kiegészítői, mobiltelefon).

Ma már ezekben az eszközökben többnyire nem önálló tranzisztorokat alkalmaznak. Helyettük egyetlen szilíciumlapkán alakítják ki a tranzisztorokból, ellenállásokból és kondenzátorokból álló teljes kapcsolást. Az így elkészített alkatrészeket *integrált* áramkörnek (IC) nevezzük. Egyetlen integrált áramkör több ezer tranzisztort is tartalmazhat.

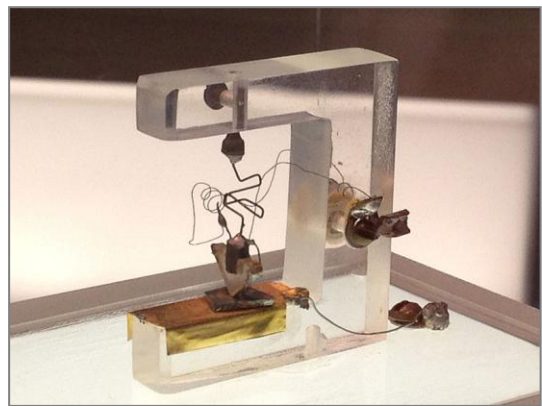
A mai számítógépekben használt *mikroprocesszor* olyan speciális integrált áramkör, amely egymaga ellátja a teljes központi feldolgozó egység (CPU) minden funkcióját. A mikroprocesszorok milliónyi speciális tranzisztort tartalmaznak egy körömnyi szilíciumkristályon. (A jobb oldali képen három mikroprocesszor látható.)



Kiegészítések

1. *Ferdinand Braun* (1850–1918) német fizikus 1874-ben fedezte fel a szulfidok egyenirányító hatását. Tevékenységéért 1909-ben fizikai Nobel-díjat kapott.
2. *Leo Graetz* (1856–1941) német fizikus 1897-ben dolgozta ki Graetz-kapcsolást. Akkoriban azonban még más rendszerű egyenirányítókat (elektrolitikus egyenirányítók, higanygőz egyenirányítók stb.) használtak.
3. A p-n átmenetek tulajdonságait *Walter Schottky* (1886–1976) német fizikus már 1939-ben leírta. Ennek ismerete tette lehetővé a dióda és a tranzisztor kifejlesztését.

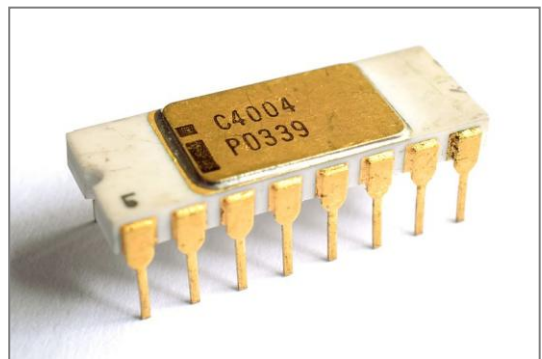
4. Az első tranzisztort több éves munka eredményeként *John Bardeen* (1908–1991), *Walter Houser Brattain* (1902–1987) és *William Shockley* (1910–1989) fejlesztette ki 1948-ra az USA-ban, a Bell Laboratóriumban. A három fejlesztő munkájáért 1956-ban fizikai Nobel-díjat kapott. Bardeen 1972-ben ismét megosztott



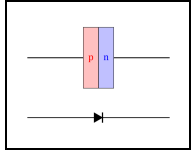
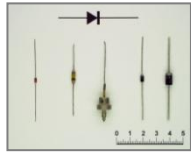
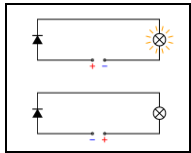
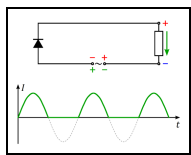
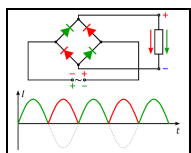
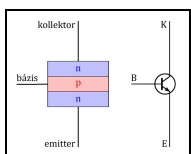
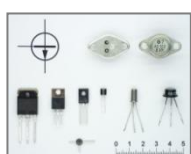
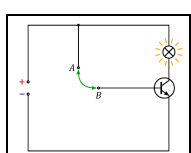
Nobel-díjat kapott a szupravezetés elméletének kidolgozásáért. Bardeen volt eddig az egyetlen, aki két fizikai Nobel-díjjal rendelkezett. (A képen az első tranzisztor Bell Laboratóriumban kiállított eredeti példánya látható.)

5. Az első integrált áramkört 1958-ban *Jack Kilby* (1923–2005) fejlesztette ki az amerikai *Texas Instruments* vállalatnál. E tevékenységéért Kilby 2000-ben fizikai Nobel-díjat kapott. A Texas Instruments fejlesztette ki az első zsebszámológépeket is.

6. Az első mikroprocesszeort 1971-ben az amerikai *Marcian Edward Hoff* (1937–) és munkatársai alkották meg az *Intel*-nél. A 4004 jelű processzor 4 bites, volt, és mindössze 100 kHz-es órajellel dolgozott. Az Intel azóta is az egyik legjelentősebb porcesszorgyártó, legújabb processzorai már lényegesen bonyolultabbak és gyorsabbak. (A képen egy ilyen, *Intel 4004* jelű processzor látható.)



Képek jegyzéke

	<p>A félvezető dióda felépítése és kapcsolási jele © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0475.svg</p>
	<p>Félvezető diódák © http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0132.jpg</p>
	<p>A dióda működése © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0476.svg</p>
	<p>Egyenirányítás diódával © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0477.svg</p>
	<p>A Graetz-kapcsolás © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0478.svg</p>
	<p>Az n-p-n tranzisztor felépítése és kapcsolási jele © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0479.svg</p>
	<p>Tranzisztorok és a tranzisztor (másik) kapcsolási jele) © http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0133.jpg</p>
	<p>A tranzisztor működését szemléltető kísérlet vázlatja © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0480.svg</p>

	<p>Az áramerősítési tényező mérésének vázlatrajza © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0481.svg</p>
	<p>Kollektoráram–bázisáram grafikon © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0482.svg</p>
	<p>Integrált áramkörök © http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0134.jpg</p>
	<p>Mikroprocesszorok © http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0135.jpg</p>
	<p>Az első tranzisztor W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1st-Transistor.jpg</p>
	<p>Intel 4004 mikroprocesszor W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Intel_C4004_b.jpg</p>

Jelmagyarázat:

© **Jogvédett anyag**, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.

W A **Wikimedia Commons**-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.