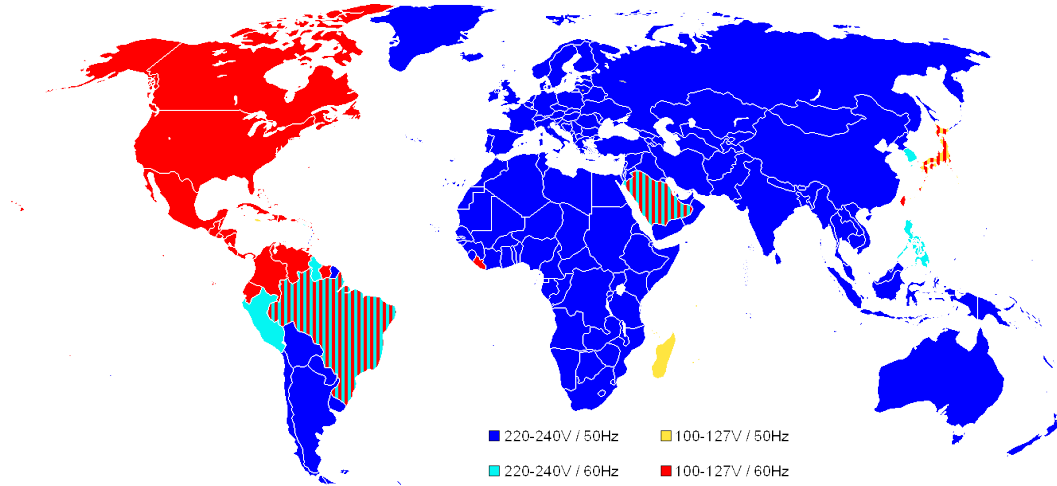


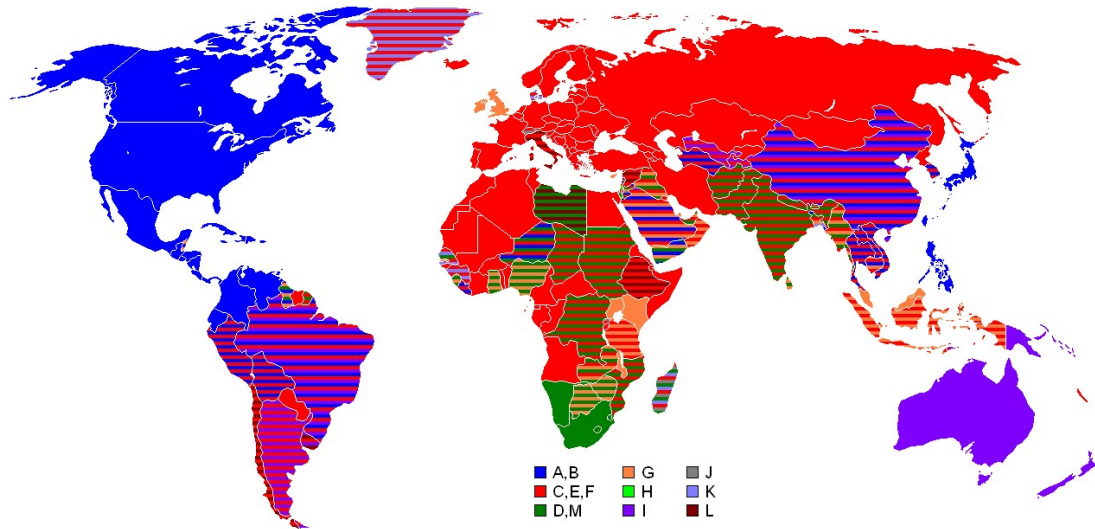
# Villamosságtani alapismeretek

## Energetikai alapismeretek

### Villamos feszültségek és frekvenciák a világban

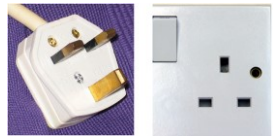




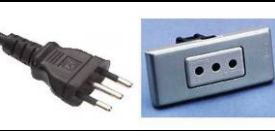



### Szabványos elektromos csatlakozók a világban

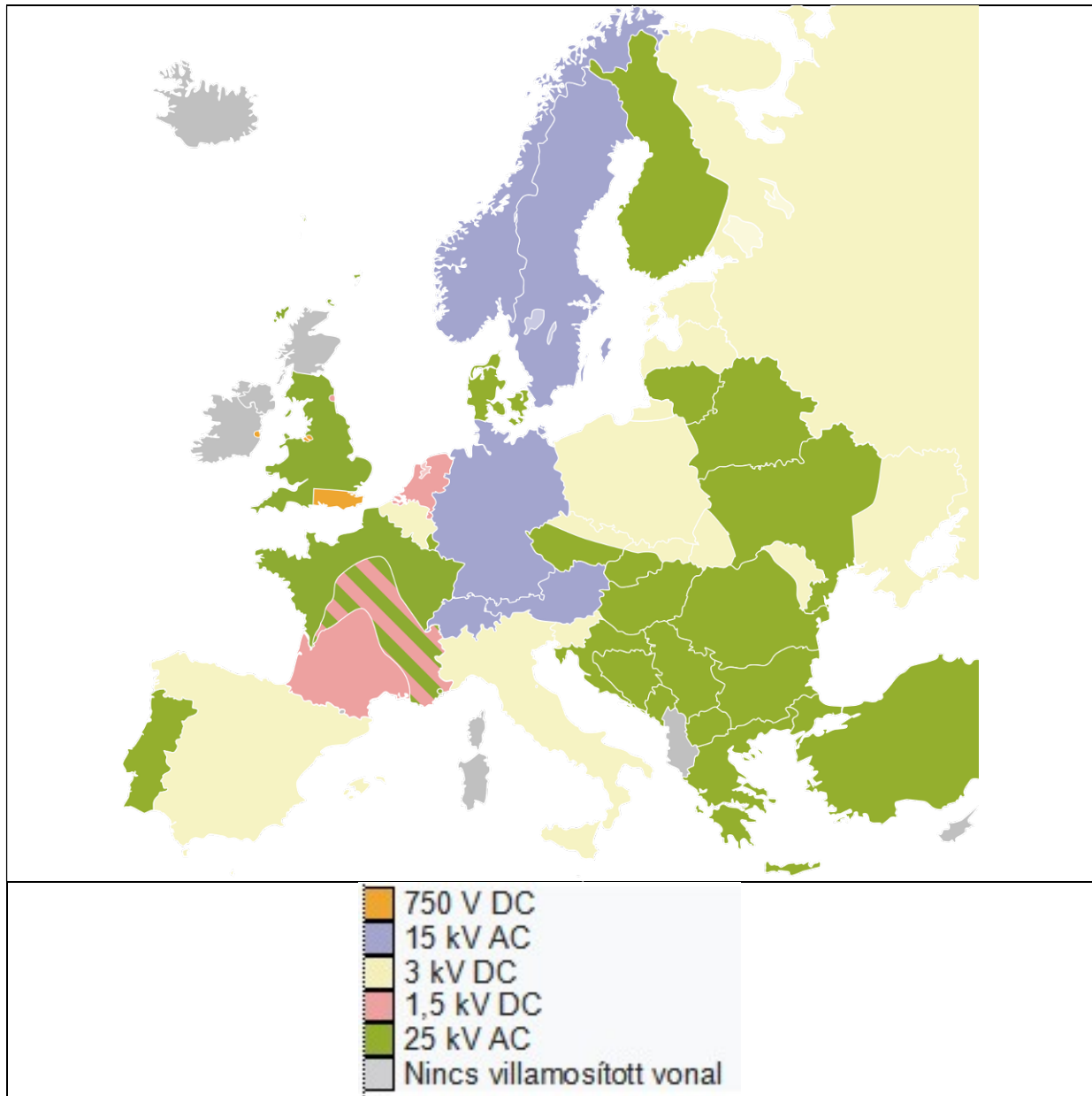


### Elektromos csatlakozó típusok

A	B	C (magyar)	C1 (magyar)
D	E	E+F (magyar)	F (magyar)

			
G	H	I	J
			
K	L	M	

## Európa vasúti feszültségei

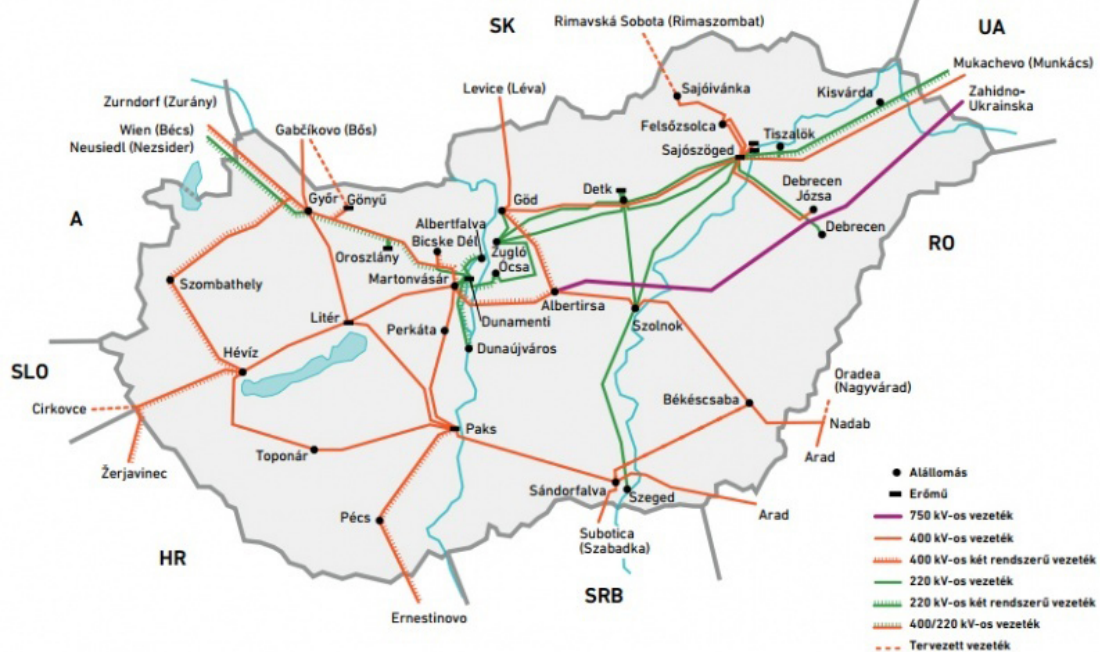


## Magyarország főbb erőművei (100 MW fölött)

Erőmű neve	Telj. (MW)	Fűtőanyag
Paksi atomerőmű	2000	urán-dioxid
Mátrai Erőmű (Gagarin) (Visonta, Detk)	950	lignit, biomassza
Dunamenti Gázturbinás blokkok (Százhalombatta)	755	földgáz, gázolaj
Gönyői Kombinált Ciklusú Erőmű	433	földgáz
Csepeli Gázturbinás Erőmű	390	földgáz, gázolaj
Gázturbinás Erőművek (Litér, Sajószöged)	240	gázolaj
Pécsi Hőerőmű	215	földgáz, biomassza (fa)
Oroszlányi Hőerőmű	200	barnaszén, biomassza
Lőrinci Gázturbinás Erőmű	150	gázolaj
Kelenföldi Gázturbinás Erőmű	136	földgáz, gázolaj
Mátravidéki Erőmű (Lőrinci)	128	lignit, jelenleg tüzelőolaj
Ajkai Gázturbinás Csúcserőmű	116	földgáz
Kispesti Erőmű	110	barnaszén, földgáz
Ajkai Hőerőmű	100	biomassza, import feketeszén

## Magyarország magasfeszültségű villamos hálózata

### A MAGYAR ÁTVITELI HÁLÓZAT

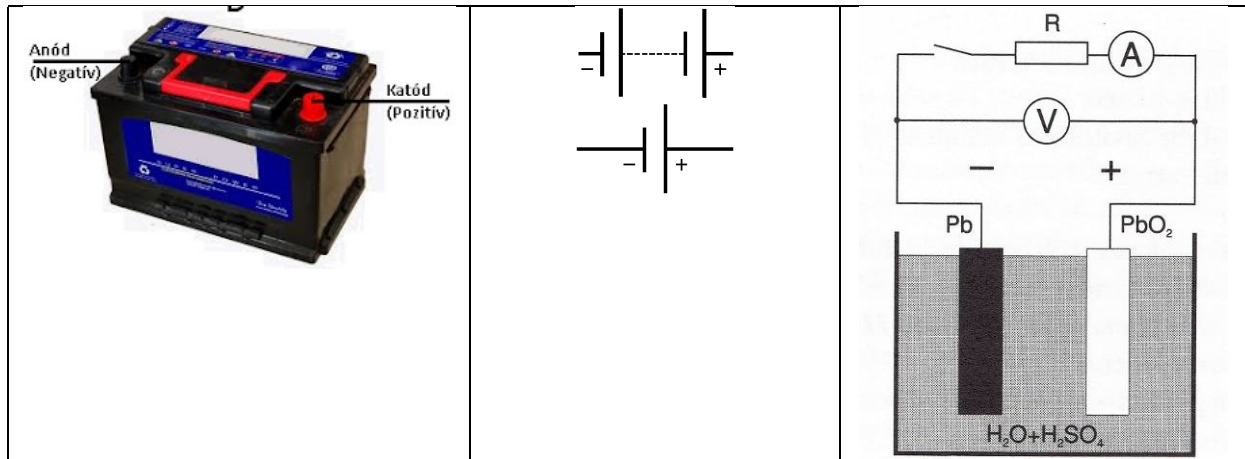


- Alaphálózat: 750 kV, 400 kV, 220 kV
- Fő elosztó hálózat: 120 kV
- Elosztó hálózat: 1 kV, 3 kV, 6 kV, 10 kV, **20 kV**, 35 kV
- Lakossági hálózat: **230/400 V**

## Névleges feszültségek

- **Törpefeszültség** (ELV) [extra-low voltage] <50V AC, <120V DC
- **Kisfeszültség** (LV) [low voltage] <1000V AC, <1500V DC
- **Nagyfeszültség** (HV) [high voltage] >1000V AC, 1500V DC

## Ólomakkumulátor



- Cellafeszültség kb. 2V
- Energiasűrűsége kicsi: 30-40Wh/kg
- Az áramot fogyasztónál az anód-pozítív, a katód-negatív (pl.: dióda), az áramot termelőnél viszont az anód-negatív, a katód-pozítív (pl.: akkumulátor).

## Lítium akkumulátorok



- Magas az energiasűrűségük (160Wh/kg)
- Nagyon lassan sülnek ki önmaguktól.
- Magas a cellafeszültségük (feltöltve 4V, lemerítve 3V)
- Könnyűek.
- Nem képződhetnek benne kristályok.
- Kevés mérgező anyagot tartalmaznak

## Villamos vezetékek vezető anyagai

### Réz

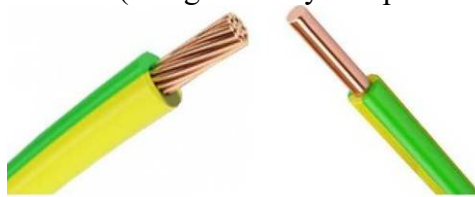
- Kiváló vezetőképesség
- Jól hajlítható
- Lágyszereléssel forrasztható
- Nehezen korrodál
- Drága

### Alumínium (ma már nem szabványos)

- Jó vezetőképesség
- Könnyen hajlítható
- Törékeny
- Lágyszereléssel nem forrasztható
- Közepesen korrodál

## Villamos vezetékek vezetőanyag kialakításai

- **Tömör** egy szálú vezeték (nem mozgatott helyekre pl.: falba)
- **Sodrott** több szálú vezeték (mozgatott helyekre pl.: készülékek tápkábele)



## Villamos vezetékek szigetelő anyagai

- **PVC** (általában használt, jó tűzálló, hidegben rideg, törékeny)
- **Gumi** (hidegben hajlékony marad, a rezes sajnos oxidálja)

## Villamos vezetékek vezetőanyag - keresztmetszetei

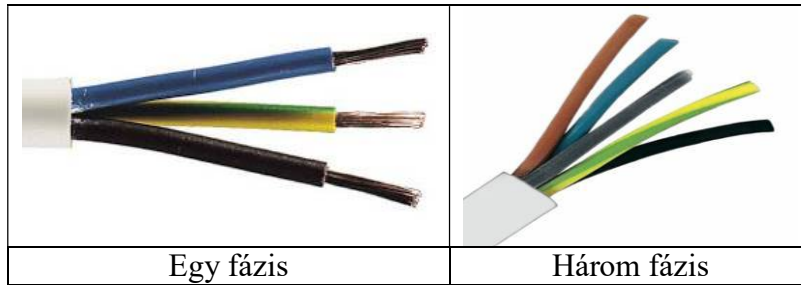
A vezető keresztmetszete	Megengedett áramerősség	
	Cu	Al
1 mm <sup>2</sup>	12 A	-
<b>1,5 mm<sup>2</sup></b>	<b>16 A</b>	<b>13 A</b>
2,5 mm <sup>2</sup>	21 A	16 A
4 mm <sup>2</sup>	27 A	21 A

## Villamos szerelési alapismeretek

### Villamos vezetékek szín-, és betűjelölései

≈230/400V

Szín	Név	Jel
Fekete, szürke, barna	Fázisok	L1, L2, L3 (Line)
Kék	Nulla	N (Null)
Zöld sárga (régén ez piros volt)	Védővezeték	PE (Protection Earth)








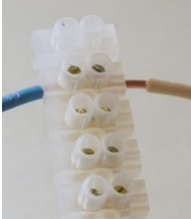

=24V

Szín	Név	Jel
Piros	Pozitív	+
Kék	Negatív	-
Fekete	Nulla	0







## Vezetékek kötési módjai

			
<b>Érvég-hüvely</b> A sodrott réz vezeték nem bomlik szét.	<b>Érvég-saru</b> Csavarozás alá (az alsónál elég csak kilazítani a csavart).	<b>Bedugós gyorscsatlakozók</b> (az első tömörhez való nem bontható, a második sodrotthoz is jó, bontható).	
			
<b>Sodrott alumínium vezetékek</b> Szorosra sodorva, szigetelőszalagozva <u>sem javasolt!</u>	<b>Ónnal forrasztott kötések</b> Tömör, vagy sodrott rézhez, szigetelőszalagozva	<b>Sorkapocs</b> Alumíniumhoz, forrasztatlan sodrott rézhez nem ajánlott, idővel fellazul!	<b>Kúpos belül menetes szorítókupak</b> Kettő vagy több tömör, egy féle anyagú vezetékhez

## Vezetékek kötési szabályai

- Tilos feszültség alatt szerelni!
- Tilos a vezetékszínek összekeverése!
- Tilos az N és a PE vezetékét megszakíthatóan szerelni!
- Tilos a réz és az alumínium vezeték közvetlen összekötése! Ha végképp elkerülhetetlen, használjunk speciális alátétet csavaros kötéssel, speciális pasztával!
- A biztosítékokat, kapcsolókat, nyomógombokat mindig a fázis vezetékre kötjük!
- A direkt fázishoz célszerű fekete, a kapcsolt fázishoz barna színűt használni!
- A kötések legyenek szorosak, leszigeteltek!
- A kötések mindig dobozban szereljünk!
- A vezetékeket mindig csőben, kábelcsatornában vezessük!

## Hibák

	
Összegegett kötés laza érintkezés, túláram miatt	Oxidáció réz-alumínium közvetlen összekötése miatt

## Zárlat-, és túláramvédelem

Célja az elektromos áram okozta tüzek megakadályozása.

### Zárlat

Hirtelen, általában a vezetékek közvetlen, fogyasztó nélküli érintkezése miatt létrejövő hatalmas áramerősség, ami szikraképződéssel, tűz keletkezésével jár.

### Túláram

Az előírt áramerősségnél tartósan nagyobb áramerősség, ami folyamatosan túlmelegedéshez, tűzhöz vezet.

### Szakaszolás

A fogyasztókat nem egy nagy áramkörre kell kötni, hanem csoportosítva több kisebb áramkörre (pl.: világítás külön, fali csatlakozók külön). A nagyfogyasztók (villanytűzhely, klímaberendezés, villanymotorok) fogyasztónként egy-egy külön áramkört kapnak. Minden áramkört külön-külön kell biztosítani.

### Olvadó biztosítékok

Egy zárlat vagy túláram esetén a bennük lévő fémszál elolvad, megszakítva ezzel az áramkört.

Javítani nem lehet, cserélni kell. Szikraoltás céljából kvarchomokot tartalmazhat.

### Rajzjele



		
Üveg biztosíték	D (Diazed) biztosíték	Késes biztosíték



## Kismegszakító

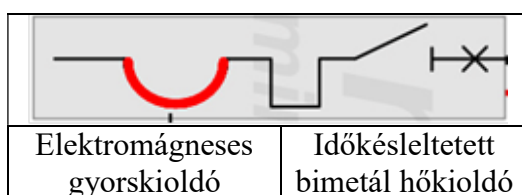
Mára szinte teljesen kiszorította a hálózati olvadó biztosítékokat.

A **túláramot** egy bimetál segítségével kapcsolja le. A kikapcsolás időtartalma függ az átfolyó áram nagyságától. A névlegesnél nagyobb átfolyó áram melegíti a bimetált így az kimozdul eredeti pozíciójából és működésbe hozza a kapcsoló mechanikát.

**Zárlat** esetén viszont egy elektromágnes oldja ki a kapcsoló mechanikát. A kismegszakító a zárlati áram megszakításakor létrejövő villamos ívet is képes biztonságosan kioltani.

A kismegszakító továbbá alkalmas az áramkörök kézzel történő zárására, és nyitására. A hiba megszüntetése után, a kioldott automata egyszerűen és azonnal visszakapcsolható.

## Rajzjel



Belső felépítés	Egyfázisú	Háromfázisú, (mindhárom fázist egyszerre leoldja)

## Bekötés

A bekötési irány általában mindkét oldalról megfelelő!

## Szabványos névleges áramerősségek

6, 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 és 125 A.

## Kioldási karakterisztika

A túláram védelemben nincs különbség, csak a zárlatvédelemben.

B	C	D
Gyorskioldás a névleges áram 3-5-szöröse	Gyorskioldás a névleges áram 5-10-szöröse	Gyorskioldás a névleges áram 10-20-szorosa

## Érintésvédelem

Célja az elektromos áram okozta személyi sérülések elkerülése.

### A 400/230V 50Hz élettani hatásai

Áramerősség	Hatása
0,5-2 mA	Érzetküszöb
2-6 mA	Enyhe izomgörcs
6-10 mA	Fájdalmas izomgörcs
10-15 mA	Elengedési érték
15-25 mA	Mellkasi görcs, légzésbénulás
25-30 mA felett	Szívkamra lebegés, szívbénulás

Az emberi testen átfolyó áramerősség  $I=U/R$  képlettel (Ohm törvény) számolható, tehát a feszültségtől és az emberi test **ellenállásától** függ.

A test ellenállása függ az érintkező testfelület nagyságától, nedvességétől, nemtől, életkortól, lelki állapottól.

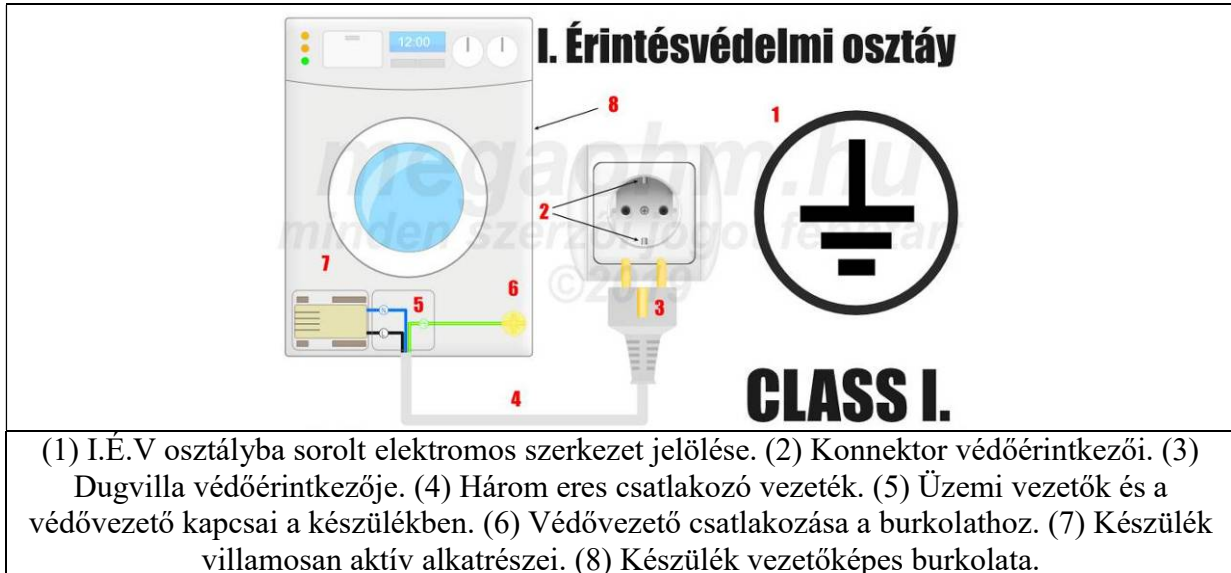
Lényeges az is, mely szerveken keresztül folyik az áram, továbbá, hogy mennyi ideig.

### Érintésvédelmi alapelvek

- A feszültség csökkentése: törpefeszültség alkalmazása (pl.: 24V).
- A hozzáférés megakadályozása: elkerítés (pl.: kerítés), kettős, vagy megerősített szigetelés (pl.: teljes műanyag borítás).
- Burkolat egyen potenciálra hozása (pl.: PE védővezeték használata, földelés)
- Hibaáram figyelés, gyors lekapcsolás (pl.: Fi-relé használata)

## Érintésvédelmi osztályok

### I. érintésvédelmi osztály



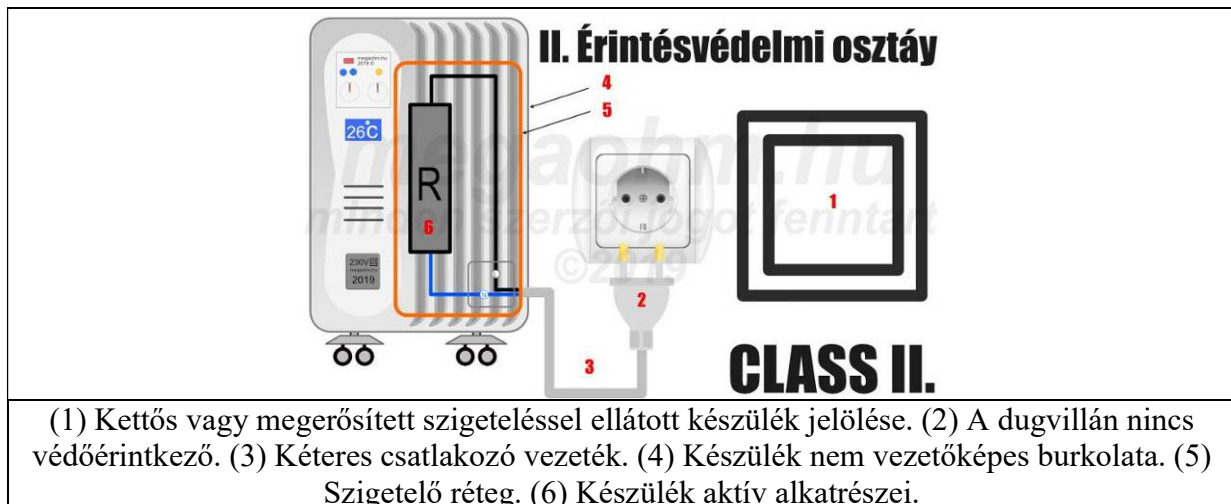
Az ide sorolt elektromos készüléknek az alapvédelmét a burkolat, a hibavédelmét a burkolathoz csatlakoztatott védővezető biztosítja. Az áramjárta részek közvetlen megérintését a vezetőképes fémburkolat akadályozza meg. Ha az adott készülék testzártas lesz, azaz a burkolat feszültség alá kerül, a hozzá csatlakoztatott védővezetőn keresztül áram indul meg, ami a védelmet működteti (olvadó biztosító, kismegszakító, fi-relé).

Ha a kézzel érinthető rész veszélyes mértékű feszültség alá kerül, a táplálásnak önműködően le kell kapcsolnia. Ez csak úgy lehetséges, ha csatlakozik a berendezés védővezetője a védendő készülékhez.

A készülék csatlakozó vezetéke minimum három érrel rendelkezik: Fázis – nulla és a védővezető.

Az ebbe az osztályba sorolt eszközök gyárilag védőérintkezővel rendelkező tápcsatlakozóval (dugvillával) vannak szerelve. Ilyen készülék például a hűtőszekrény, mosógép, mosogatógép, és a mikrohullámú sütő vagy az asztali számítógép.

### II. érintésvédelmi osztály



Az ide sorolt készülékek kettős vagy megerősített szigeteléssel kerülnek gyártásra.

A készülék dugvillája nem rendelkezik védőérintkezővel és a csatlakozó vezeték is csak két érrel rendelkezik (fázis és nulla).

Az üzemszerűen feszültség alatt lévő részek úgy vannak elszigetelve, leburkolva, hogy meghibásodás esetén sem érinthetők.

Ilyen készülék például a rádiókészülék, televízió készülék.

### III: érintésvédelmi osztály

**III. Érintésvédelmi osztály**

(1.) A III. Érintésvédelmi osztály jelképe. (2.) Érintésvédelmi törpefeszültség előállítása biztonsági transzformátorról. (3.) Nincs galvanikus kapcsolat a törpe-, és a kisfeszültségű oldal között. (4.) Érintésvédelmi szempontból veszélytelen feszültség szint. (5.) AC 12V-ról üzemelő halogén izzó III. ÉV. Osztályba sorolt készülék.

Az ide tartozó készülékek esetében törpefeszültség biztosítja az alapvédelmet. Ezt az jelenti, hogy a feszültség szint annyira alacsony, hogy az aktív részek közvetlen megérintése normál körülmények között nem jár az áramütés veszélyével.

Ilyen készülék például a laptop, a mobiltelefon.

### Az áram-védőkapcsoló (Fi-relé)

Egyfázisú és háromfázisú fi relé 40A üzemi áramhoz és 30mA hibaáramhoz

A készüléken a nulla és a fázis vezeték (vezetékeket) kell átvezetni, míg a védővezeték tilos! Szabályos működéskor ugyanannyi áram folyik a fázis vezetékbe, mint amennyi a nulla vezeték ki, vagyis a megkerülő védővezeték nem folyik áram. Zárlat, vagy emberi érintés hatására a megkerülő ágon is folyik áram, ami hatására a készülék lekapcsol.

Személy védelemre csak 10mA vagy 30mA hibaáram érzékenyséű alkalmazható.  
A 100mA és 300mA névleges hibaáram érzékenységgel rendelkező fi-relék, csak berendezések védelemre használhatók.

Lekapcsolási ideje olyan kicsi, hogy még a gyermekeket is megvédi a feszültség alatti tárgyak érintésekor.

A készüléket ellátják egy „teszt” gombbal, hogy beépítéskor kipróbálhassuk.

## Bekötési szabályok

### Világításkapcsolók bekötései

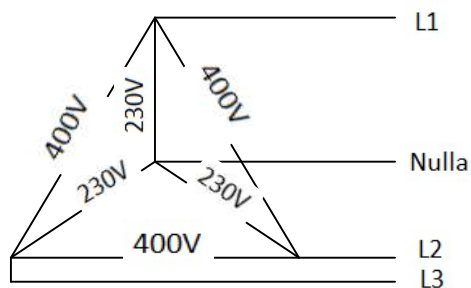
<p>Lámpa Egypólusú kapcsoló</p>	<p>Lámpák Csillár kapcsoló</p>	<p>Lámpa Alternatív kapcsoló Alternatív kapcsoló</p>
<p>Egy lámpa kapcsolása egy helyről</p>	<p>Két lámpa kapcsolása egy helyről</p>	<p>Egy lámpa kapcsolása két helyről</p>

Fontos, hogy mindig a fázis vezetékbe kell a kapcsolót bekötni, a nulla vezetőt tilos megszakítani!

### Dug aljak, dug villák bekötése

<p>Védővezeték PE Nulla N Fázis L1</p>	<p>L2 L3 PE L1 N</p>
<p>Egy fázis</p>	<p>Három fázis. Bármely két fázisvezeték felcserélése forgásirányváltást okoz a kalickás aszinkron motoroknál.</p>

### A három fázis feszültségviszonyai



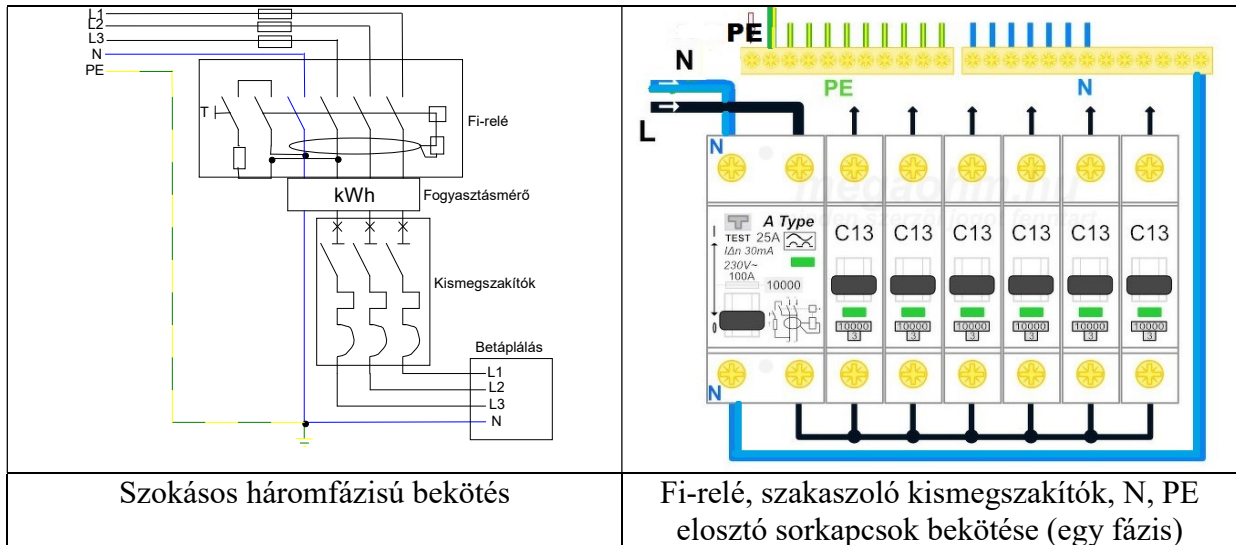
Egyenlő oldalú háromszög oldalhosszai: 400V. A középpont távolsága a csúcsoktól:

$$\frac{\frac{400V}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{400V}{\sqrt{3}} = 230V$$

Tehát bármely két vonal között 400V feszültséget mérhetünk, míg bármely vonal és a csillagpont között 230V-ot.



## Bekötések



- A betáplálás történhet villanyoszlopon elhelyezett szabad vezetékről, vagy földkábelről.
- Az ábrán látható kismegszakítók és fogyasztásmérő készülék az áramszolgáltató tulajdona, hozzányúlni tilos, le is van plombázva.
- A Fi-relé elhelyezése ma már kötelező, régi lakásoknál ajánlott.

## Kalickás aszinkron villanymotorok bekötései

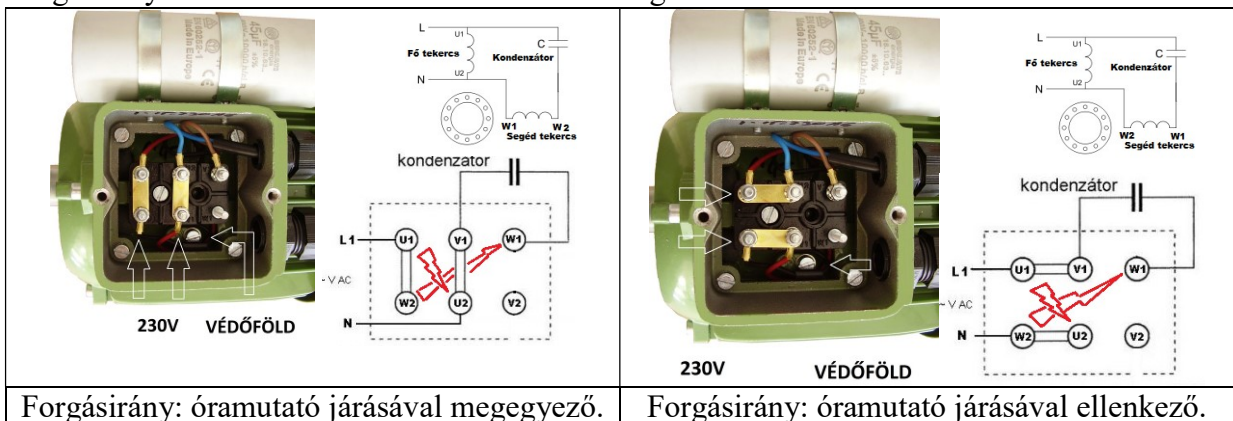
### Egyfázisú 230V 50Hz

A motorok oldalán helyezkedik el a segédfázis kondenzátora, tetején a kapocsdoboz.

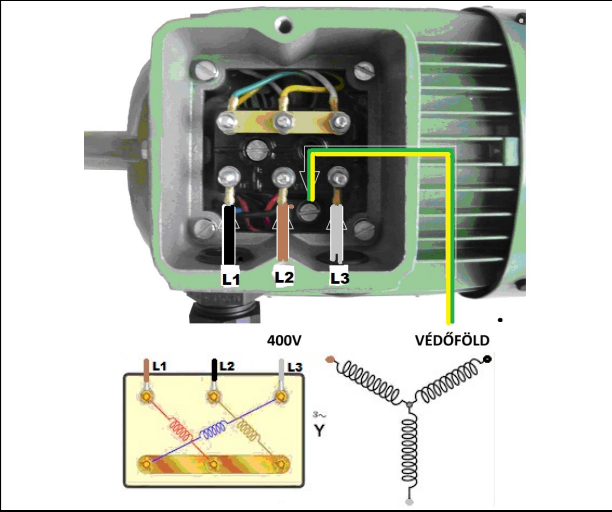
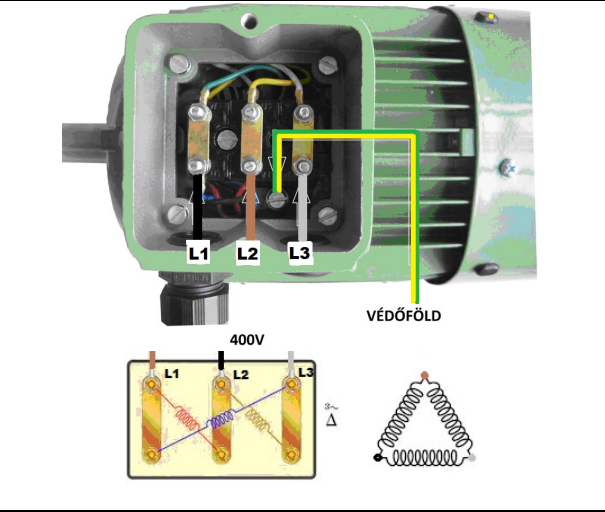
Az egyfázisú villanymotorokat **háromeres** kábellel kell bekötni, ahol a **zöld-sárga** kábelér a PE (védőföld) csatlakoztatására szolgál. Ezt a vezetéket a villanymotorok kapocsdobozában lévő védőföldelő csavarhoz kell rögzíteni.

A **fekete** érrel az L1 (fázis), a **kék** érrel a N (nulla) vezetéket kötjük be, tetszőleges sorrendben az ábrán nyíllal jelzett csavarokra.

A villanymotorok forgásirányát két darab réz bekötőléc elhelyezésével lehet az ábra szerint változtatni. Az egyszerűbb motoroknál nincs minden tekercsvég kivezetve, ezek forgásirány-váltása szétbontás nélkül nem lehetséges.



## Háromfázisú

	
<p><b>230/400V 50 Hz jelzésű motor</b> (2,2 kW alatti teljesítmény) Csillagkapcsolást alkalmazunk, a két darab réz bekötőlécet az ábra szerint kötjük.</p>	<p><b>400/690V 50 Hz jelzésű motor</b> (2,2 kW feletti teljesítmény) Deltakapcsolást alkalmazunk, a két darab réz bekötőlécet az ábra szerint kötjük.</p>

A háromfázisú villanymotorokat mindig **négyeres** kábellel kell bekötni, ahol a **zöld-sárga** jelzésű érrel a védőföldelést kötjük be. Ezt a kábeleret a kapcsolódobozban lévő földelő csavarhoz kell kötni.

Az ábrán nyilakkal jelzett csavarokhoz kötjük az L1, L2, L3 (**fekete, szürke, barna**) fázisvezetéseket. Figyelem: N vezeték (kék) nem szükséges!

A forgásirány váltás bármely két fázisvezető megcserélésével lehetséges.

A deltakapcsolású villanymotor indításkor túl nagy áramot vesz fel, ezért ezt célszerű csillag-delta automatával indítani (csillagban indul, majd átvált deltába).

## Frekvenciaváltók

**Célja:** Változtatható frekvenciájú háromfázisú feszültség létrehozása, amivel a háromfázisú kalickás aszinkron motorok **fordulatszama** fokozatmentesen állítható. Természetesen a **forgásirány** megváltoztatására is alkalmas.


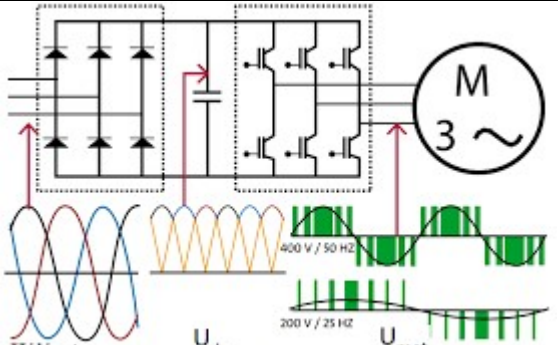
### Egy fázisból állít elő három fázist

- 1 x 230V → 3 x 230V
- Maximum 1,5 kW teljesítmény
- A 230V/400V megjelölésű motort **delta** kapcsolással kell bekötni!

### Három fázisból állít elő három fázist

- 1,5 kW teljesítmény fölött
- A 230V/400V megjelölésű motort **csillag** kapcsolással kell bekötni, a 400V/690V megjelölésű motort **delta** kapcsolással kell bekötni!

**Megjegyzés:** Egyfázisú kalickás aszinkron motorhoz nem gyártanak frekvenciaváltót!

<p>1.</p> 	
<p>1f → 3f frekvenciaváltó és 230V/400V motor bekötése deltában</p>	<p>Különféle frekvenciák előállításá impulzusszélesség (PWM) - modulációval</p>

### Forgatónyomaték, teljesítmény viszonyok

- Mivel a villanymotorok 50 Hz frekvenciára vannak tervezve, ezért a frekvenciaváltókat úgy állítják elő, hogy 50 Hz-nél adják le az általuk vezérelt villanymotorok a névleges teljesítményt és nyomatékot.
- Ha a frekvenciát 50 Hz-ről csökkentjük, akkor a frekvenciaváltók digitális úton a nyomatékot tartják állandó értéken, és a teljesítmény lineárisan csökken.
- 50 Hz feletti üzemben viszont már a teljesítmény állandó - és persze maximális -, és a nyomaték csökken.
- 50 Hz felett vigyázni kell, nehogy a motor a megnövekedő centrifugális erők hatására szétrepüljön!

### Impulzusszélesség (PWM) – moduláció

Olyan digitális eljárás, amikor az egyenfeszültséget olyan módon szaggatjuk meg és változtatunk a polaritásán, hogy a keletkező négyszögjelek sorozata egy villanymotornál hatásában ugyanazt éri el, mint a szinusz jel. Így viszonylag egyszerűen változtatható a feszültség vagy a frekvencia.