

Tisztelt olvasó!

Ez munkaközi anyag, nem lektorált. Amennyiben hibát, elírást talál benne, vagy szerkesztési javaslata van, akkor kérem jelezze a részemre! (elkborzo@uni-miskolc.hu)

Egyenlőre minimális magyarázattal, vázlatos formában adom közre, segítségként a felkészüléshez.

A további részek folyamatosan készülnek, a meglévők módosulnak....

Borsody Zoltán adjunktus

Villamosenergia elszámolási mérési rendszer

Table of Contents

Villamosenergia mérési igények.....	2
-------------------------------------	---

Villamosenergia mérési igények

A vill. energia szolgáltatásban (előállítás, szállítása, átalakítása és fogyasztása során) „sok kézen” megy át a villamos energia.

A liberalizált villamos energia piacon a piac szereplői közötti elszámolás alapját a fogyasztásmérőkkel megmért mennyiségek képezik („fogyasztásmérés”).

A villamos energia mérését a villamos energia törvény (VET) szabályozza, a mérés minőségi jellemzőit szabványok írják elő, a megfelelésségét a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) ellenőrzi. A villamos energia árszabást a parlament szavazza meg („tarifa rendelet”). A mérések kialakítására, kiépítésére, üzemeltetésére, ellenőrzésére vonatkozó előírásokat a mérések üzemeltetői az üzemi szabályzatukban határozzák meg.

Különösen fontos a hitelesség biztosításának, megőrzésének garantálása. Jelenlegi törvények szerint 10 évig használhatók hiteles mérésre, elszámolásra a fogyasztásmérők. Az illetéktelen beavatkozás ellen plombát („záróbélyeget”), mágneses árnyékolást, stb. alkalmaznak, illetve különböző műszaki megoldásokkal „figyelik” a mérők állapotát (pl a fogyasztás trendjét, hirtelen változását, „forgásirány változását”, stb).

A mérés követelményeinek fontosságát néhány adattal célszerű alátámasztani.

Egy áramszolgáltató esetében a tipikus arányok az elszámolási mérés szempontjából:

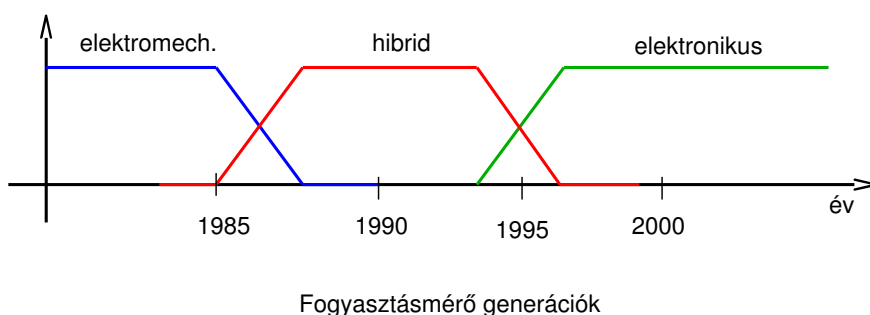
Vásárlási helyek száma : 14 db	100%	
Nagyfogyasztók száma: 6.000 db	60%	
Kisfogyasztó: 40.000 db	10%	
Lakossági fogyasztó: 700.000 db	30%	
Hálózatveszteség		~10%
Összes, üzemeltetett mérő száma: 1.100.000 db		

Az áramszolgáltató a vásárlási helyein átveszi az energiát (pl. 5-6 TWh éves energia forgalom!), ezt az elosztó hálózatán elszállítja a fogyasztókhoz. A fogyasztásmérők hibája ilyen nagy energia mennyiség esetén igen nagy veszteséget okozhat az elszámolás (számlázás-) során. Mint tudjuk, az áramszolgáltatók nemcsak elszállítják az energiát... A veszteséget is több minden okozhatja...

Egy fogyasztó, vagy vásárlási hely, erőmű több csatlakozási ponttal rendelkezhet (pl. több vezetékkel kapcsolódhat a hálózathoz), vagy többféle árszabás szerinti fogyasztási helye lehet (pl. 24 órás („nappali”), és vezérelt („bojler, éjszakai”) mérő”), emiatt egy fogyasztó mérésére több fogyasztásmérőre is szükség lehet. Ez az oka, hogy a fenti fogyasztók mérésére kb. 1,1...1,2 millió db fogyasztásmérőre van szükség!

Fogyasztásmérők

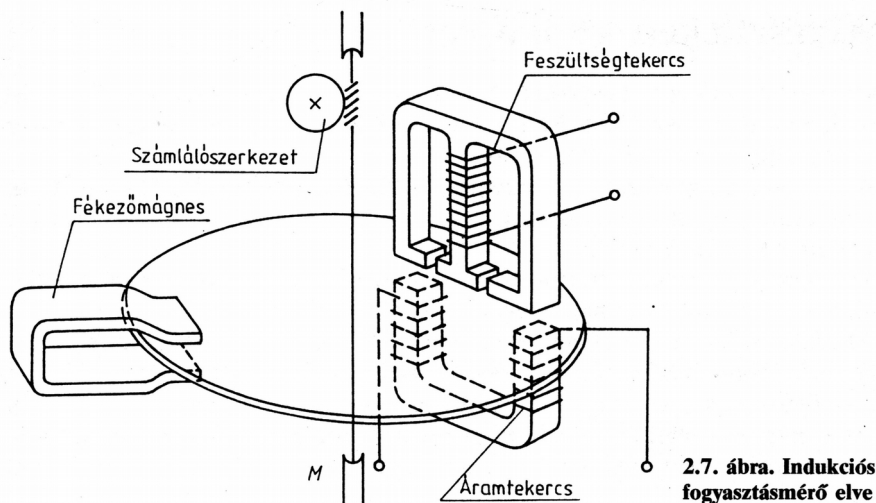
A technológia fejlődése során többféle működési elvű fogyasztásmérőt alkalmaztak.



(Még 1980 tájékaán transzformátorállomásban láttam felszerelve egyenáramú fogyasztást mérő, higanyos szerkezetet... természetesen már nem használták.)

Fogyasztásmérő működési elvek röviden

Elektromechanikus – indukciós - fogyasztásmérő:



Indukciós (Ferraris-) fogyasztásmérő

1. Legkényesebb része a zafír kő csapágyban forgó, vagy mágnes csapágyban „lebegő” tengely, a rajta lévő alumínium tárcsával. Ezt forgatja a hálózati feszültséggel gerjesztett vasmag és a terhelő árammal gerjesztett vasmag mágneses tere. (aszinkron motor elv...)
2. A fékmágnes a sebességgel arányos fékezést biztosítja
3. Fogaskerekek, számdob, esetleg tarifaváltó szerkezet számolja, jeleníti meg és „tárolja” a mért energia értéket. Ezek precíz finommechanikai szerkezetek.

A szakirodalomban részletesen megtalálható a leírása, működési elve.

Ma már nem szerelnek fel a hálózatra indukciós fogyasztásmérőt. Korábban ellenőrzésképpen felszerelve hagyott, folyamatosan üzemelő fogyasztásmérő több, mint 40 (negyven!) éven keresztül hibahatáron belül működött!!

Hibrid fogyasztásmérők:

Az elektronika gyors fejlődése miatt rövid ideig használták. Így utólag csak átmeneti megoldásnak tekinthetők.

Bizonyos részei (például a mérőműve) már elektronikus, de a mért energiát hagyományos számdob „tárolta” az értéket (így feszültség kimaradás alatt is megmaradt)

Elektronikus fogyasztásmérők

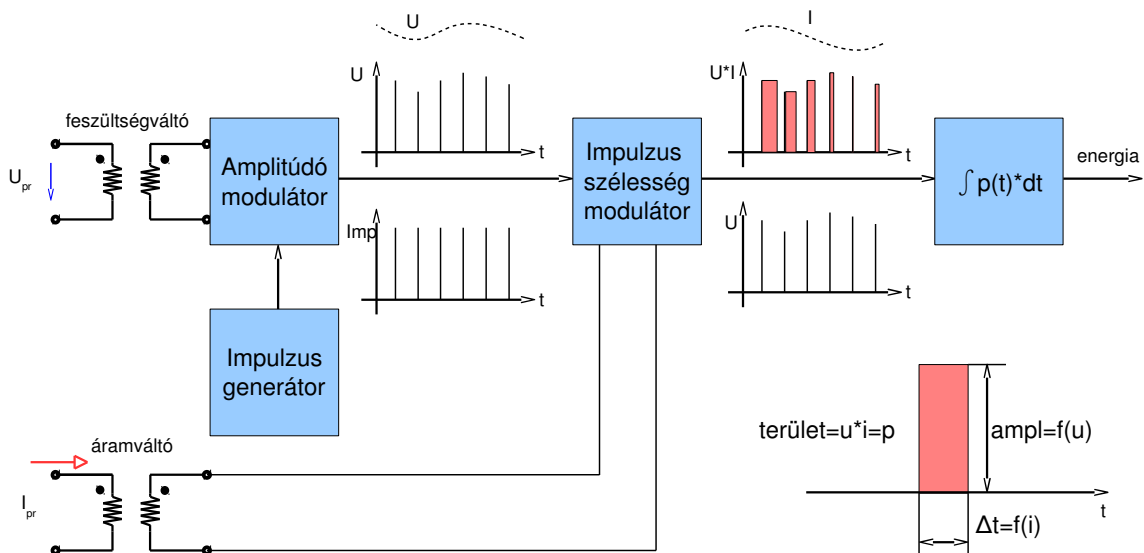
(mozgó alkatrészt nem tartalmaznak)

Impulzusmodulációs elvű:

Alapvetően analóg technikát, áramköri megoldásokat tartalmaz. Műszaki érdekességként érdemes megismerni a működés elvét.

Az amplitúdó modulátor a feszültséggel arányos nagyságú impulzusokat ad ki.

Az impulzus szélesség modulátor a terhelő árammal arányos hosszúságúra növeli az



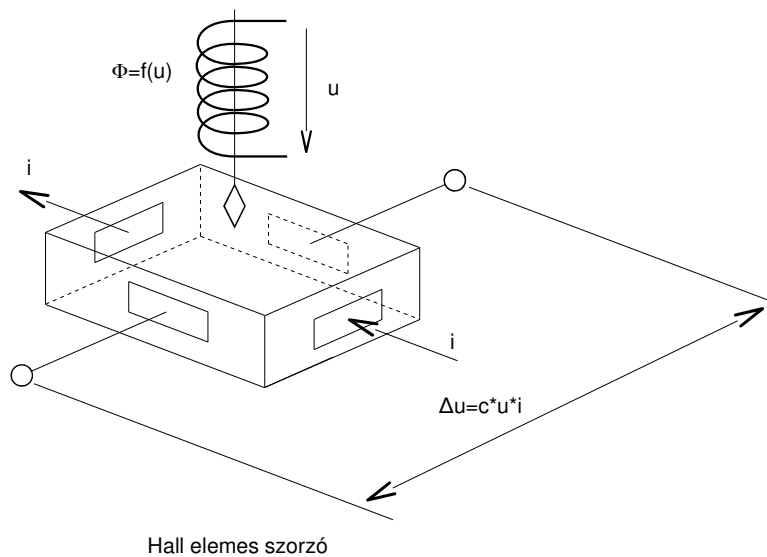
Impulzus modulációs elvű fogyasztásmérő

Hall elemes fogyasztásmérők

A teljesítménnyel arányos jelet (feszültséget) Hall elem állítja elő. Ebből állítja elő az elektronika (analóg, esetleg mikroprocesszoros) a további mennyiségeket.

Külső felhasználók számára impulzus kimenet adja a teljesítménnyel arányos frekvenciájú jelet. Például összegző méréshez, energia gazdálkodó rendszerhez. Kommunikációra a mikroprocesszoros készülékek alkalmasak.

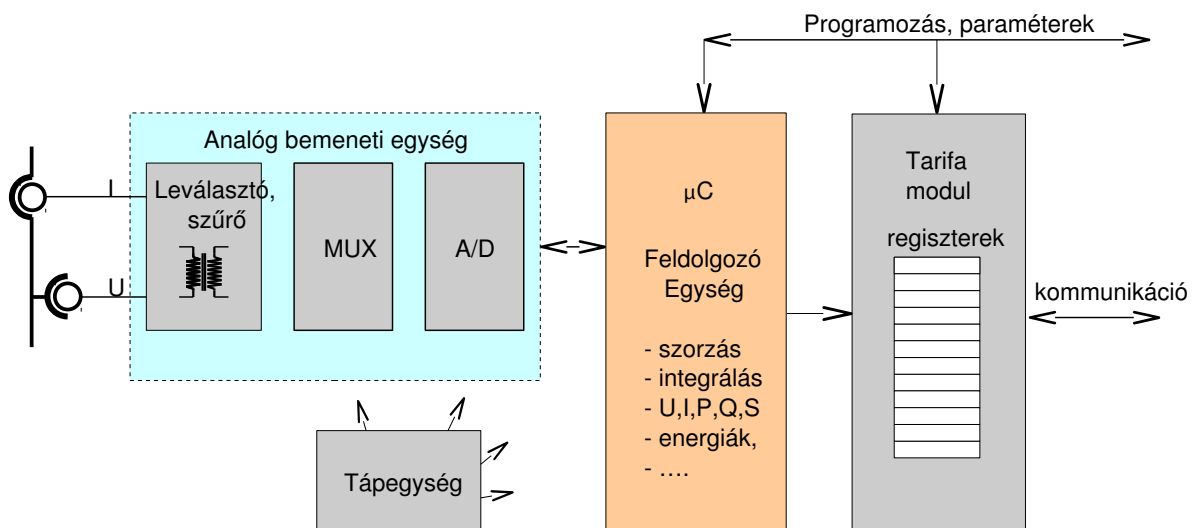
Hall elemes mérőmű félvezető lapkából készül. Vannak speciális, ferromágneses anyagúak is.



Digitális fogyasztásmérők

A bemenetére érkező feszültséget, áramot a mikrokontrolleres eszközöknél megismert módon szűri, mintavételezi, majd az AD átalakító számértékké alakítja. Az így kapott adatokból első lépcsőben az alapvető villamos mennyiségeket számolja ki (U, I, P, Q, S).

Az előbbi hardver elemek pontossága, és a számítást végző algoritmusok határozzák meg a mérő pontosságát.



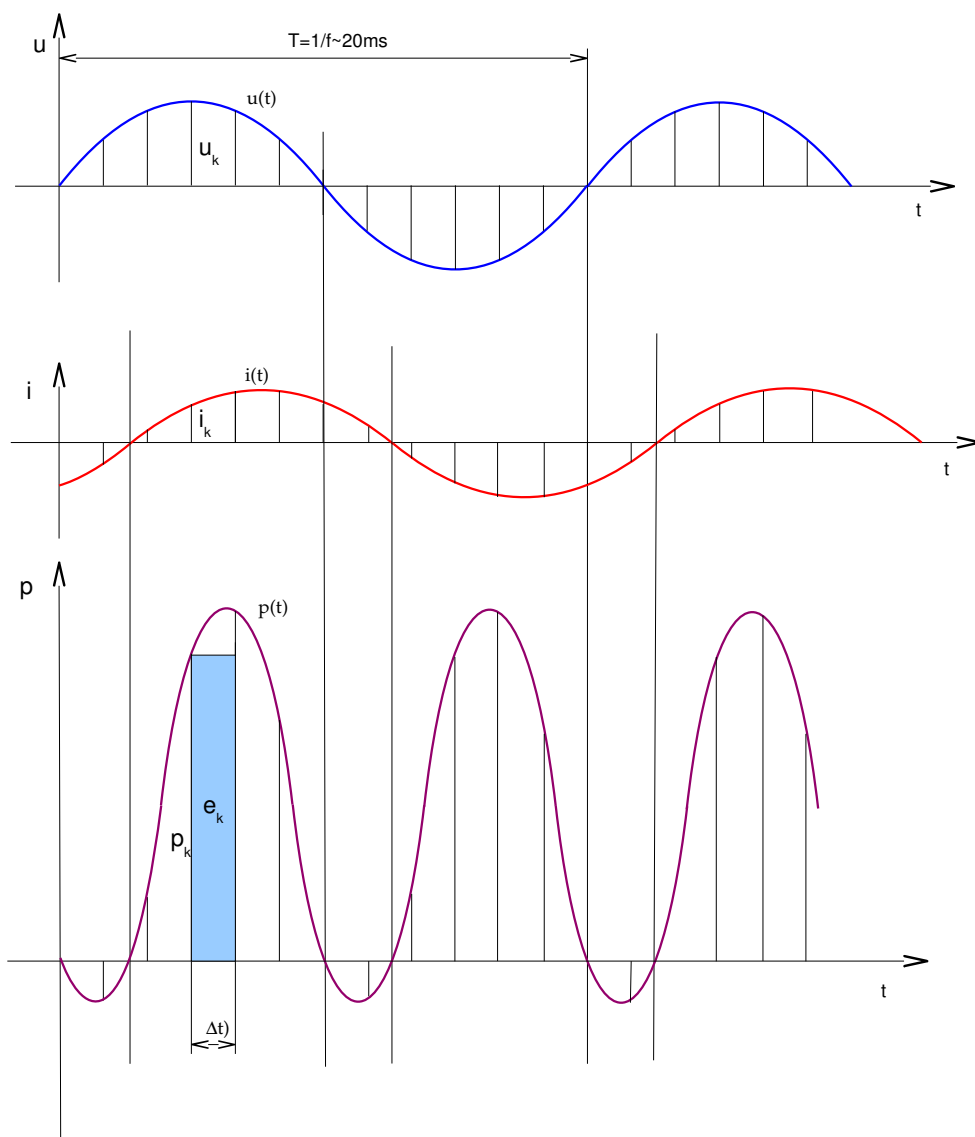
Digitális fogyasztásmérő blokkvázlata

A folyamatosan beérkező, megmért, kiszámolt alappennyiségekből a tarifa igényeknek megfelelő számításokat, feldolgozást a „tarifa modul” végzi. Ez a memóriába „regiszterekbe” menti az eredményeket (pl. a terhelési görbéket is...). Előírás, hogy minimum 1 évre

visszamenőleg tároljon minden adatot.

Digitális fogyasztásmérők alapvető algoritmusai

A mai igényeknek és technikai lehetőségeknek megfelelően ezek a fogyasztásmérők nemcsak a fogyasztás (kWh) mérésére alkalmasak, hanem az áramokból, feszültségekből számolható bármilyen villamos mennyiséget kiszámolnak (U_{eff} , I_{eff} , W , Wh , VA , WH , $VARh$, ...), ezeket terhelési görbe formájában tárolják is. Ezen túl feszültség kimaradásokat, illegális beavatkozásokat, aszimmetriát, határérték túllépéseket elmentenek. Tarifák szerint kigyűjtött, összegzett mennyiségeket is számolnak, tárolnak. Mindezek LCD kijelzőn is lekérdezhetők.



Különböző protokollok szerinti kommunikációra alkalmasak. Opcionálisan beépített modemet is tartalmazhatnak, vagy RS232 felületen keresztül külső modemmel kommunikálnak.

Speciális optikai fejjel egyszerűen csatlakoztatható pl. laptophoz... A helyszínen – megfelelő jogosultságok birtokában – programozhatók, a paraméterek (pl. áramváltó áttétel) módosítható. A helyszínen, vagy távolról (adatátviteli kapcsolaton keresztül) kiolvashatók a tárolt értékek.

P, Q, S számítása a mintavett áramból és feszültségből
A villamos alapparaméterek számítási algoritmus

A következőkben leírtaktól eltérő módszerrel is elvégezhető a számítások pl $\cos(\varphi)$ afeszültség és az áram nullátmenetének időpontjából is számolható, ezzel P-ből Q, S, és így tovább...

A hatásos teljesítmény számítása:

$$T = 1/f \sim 20\text{ms} \quad ; \text{ 1 periódusra kell számolni a teljesítményt}$$

Egy periódus alatt N db minta (pl: N = 20 [db]), így

$$\Delta t = T / N$$

A pillanatnyi teljesítmény [W]:

$$p_k = u_k * i_k$$

Δt idő alatti energia [Ws]: $e_k = p_k * \Delta t$

T periódus alatti energia [Ws]:

$$E = \sum e_k$$

T periódus alatti átlag teljesítmény [W]:

$$P_{\text{átlag}} = E / T = 1/T * \sum p_k * \Delta t \quad ; k=0 \dots N$$

$$P_{\text{átlag}} = E / T = 1/N * \sum p_k \quad ; k=0 \dots N$$

Mivel a teljesítményt 1 periódusra értelmezzük [W]:

$$P = P_{\text{átlag}} = U * I * \cos(\varphi) = 1/N * \sum p_k \quad ; k=0 \dots N$$

Feszültség, áram, és további teljesítmények számítása :

Hatásos teljesítmény (az előbbieik alapján):

$$P = P_{\text{átlag}} = \frac{1}{N} * \sum_{k=1}^N P_k \quad P = u_k * i_k \quad N = \frac{T}{\Delta t}$$

Effektív feszültség:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} * \int_{t=0}^T u^2(t) * dt}$$

$$U = \sqrt{\frac{1}{N} * \sum_{k=1}^N u_k^2}$$

Effektív áram:

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} * \int_{t=0}^T i^2(t) * dt}$$

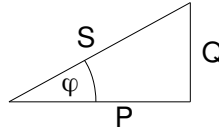
$$I = \sqrt{\frac{1}{N} * \sum_{k=1}^N i_k^2}$$

Látszólagos teljesítmény:

$$I = U * I$$

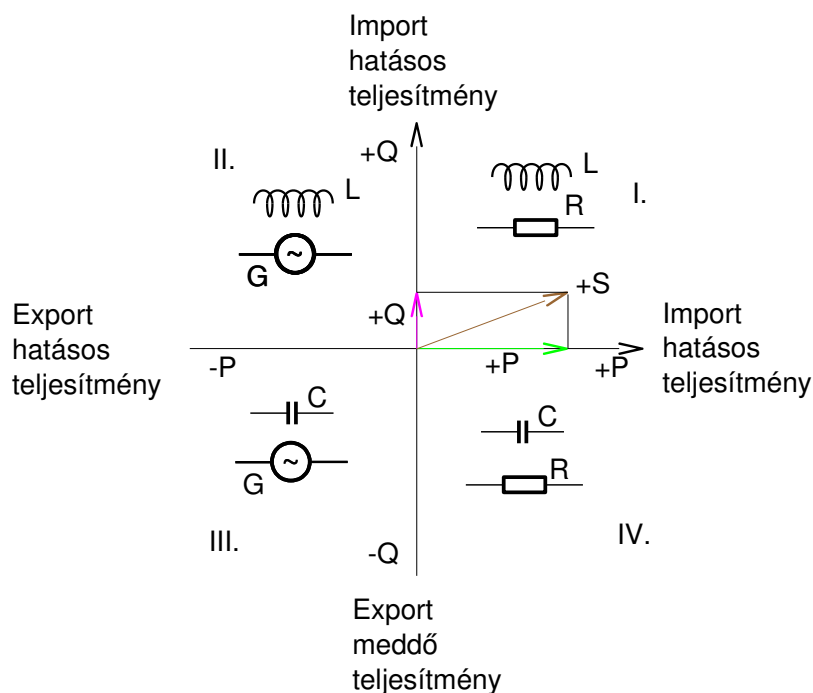
Meddő teljesítmény:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$



Fogyasztásmérő teljesítmény irányok.

A fogyasztók általában induktív jellegűek, azaz hatásos és meddő teljesítményt vesznek a hálózatról. Ha a fogyasztó generátort (kiserőművet), és meddőenergia kompenzáló berendezést is üzemeltet akkor hatásos teljesítményt és meddő energiát is be tud táplálni a hálózatba. Ebben az esetben úgynevezett „négynegyedes” fogyasztásmérőt kell alkalmazni.



Négynegyedes (4/4) fogyasztásmérő mérési tartományai, teljesítmény előjelek

Az ábra jelölései, feliratai megegyeznek a fogyasztásmérőkben használt elnevezésekkel és energiáirányokkal. Az irányok, elnevezések a hálózat és a hálózatot használó közötti energiáirányokat tükrözik.

Import hatásos teljesítmény: [+P]

A hálózat használó (jelen esetben: fogyasztó) a hálózatból ezt felveszi, használja, munkát végeztet vele. Korábban a szakzsargon ezt „vesz” irányú mérésnek nevezte.

Export hatásos teljesítmény: [-P]

A hálózat használó (jelen esetben: termelő) a hálózatba betáplálja az energiát. (Exportálhat egy generátort, kiserőművet üzemeltető fogyasztó!! is) Korábban a szakzsargon ezt „ad” irányú mérésnek nevezte.

Import meddő teljesítmény: [+Q]

A hálózat használó (jelen esetben: induktív jellegű berendezést üzemeltet) ilyenkor a hálózatból ez felveszi az induktív meddő energiát

Export meddő teljesítmény: [-Q]

A hálózat használó (jelen esetben: kapacitív jellegű berendezést üzemeltet) ilyenkor a hálózatba betáplálja a kapacitív meddő energiát. (Például meddőenergia kompenzáló berendezést üzemeltető fogyasztó!! lehet kapacitív jellegű...)

„Négynegyedes” villamos energia mérés:

I. síknegyed: hatásos teljesítményt és meddő energiát vesz fel az induktív jellegű, tipikus fogyasztó.

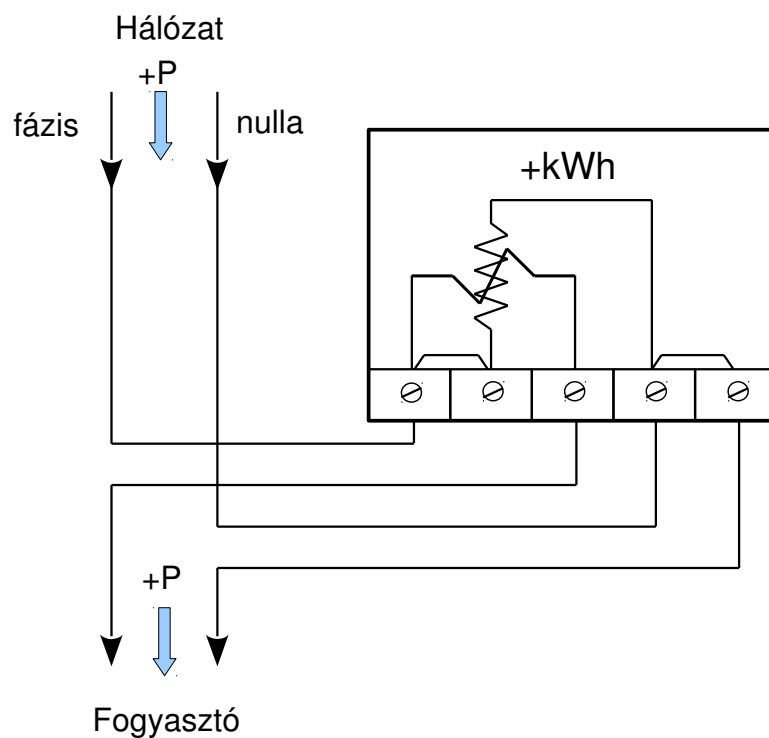
IV. síknegyed: hatásos teljesítményt vesz fel, ugyanakkor meddő energiát táplál a hálózatba (fogyasztó, hibásan beállított meddőkompenzáló berendezéssel...)

II. síknegyed: hatásos teljesítményt táplál a hálózatba, de meddő energiát vesz fel onnan (pl: hálózatra csatlakozó aszinkron generátor)

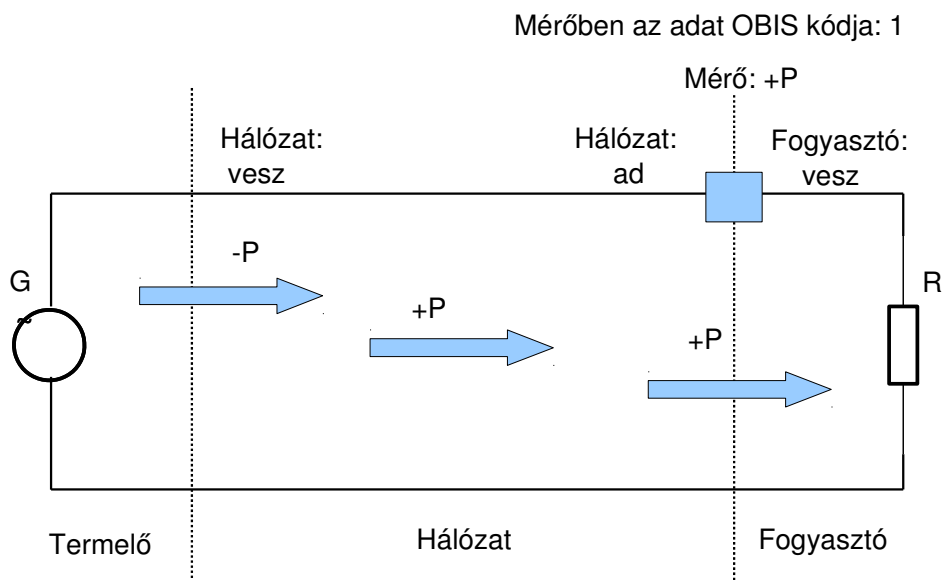
III. síknegyed: klasszikus erőmű, hatásos teljesítményt és meddő energiát ad a hálózatba (a túlgerjesztett generátor üzemére ez jellemző).

Korábban a hatásos vesz- (import) és ad- (export) irányú mérést, valamint az induktív és kapacitív energiák mérését külön-külön fogyasztásmérők végezték. Ez minimum 4 fogyasztásmérőt jelentett. Ha háromfázisú mérésre volt szükség, esetleg kéttarifás, vezérelt, stb. mérés igény volt, akkor ez tovább növelhette a mérők számát. A mai digitális fogyasztásmérők az összes elképzelhető/szükséges tarifa szerinti mérést el tudják végezni.

Fogyasztásmérők bekötése:



Egyfázisú fogyasztásmérő bekötése



A mérés „szabványosítása”

Nagyon sok fogyasztó (fogyasztásmérő) esetén igen nagy adatmennyiséget kell kezelni. Emiatt meg kell egyezni az adatok formátumában, elnevezésében, előjelek értelmezésében,

hozzáférés protokolljában, stb... Ennek alapja az úgynevezett „OBIS” kód.

Például a hálózatról vételező fogyasztó teljesítménye pozitív előjelű, ennek kódja: „1”

A hálózatba betáplált teljesítmény előjele negatív, ennek kódja: „2”

Ha egy fogyasztónak több fogyasztási helye („csatlakozási pontja”) van, akkor a – különböző földrajzi helyeken mért – teljesítményeket *összegezni* kell.

Ha ez a fogyasztó generátort is üzemeltet, akkor vissza is tud táplálni a hálózatba. Az adatokhoz rendelt kódok ismeretében a megoldás:

- Az „1”-es kódú mennyiségek összege az adott időpont felvett teljesítményt adja meg.

- A „2” kódú mennyiségek összege az eredő betáplált teljesítményt adja meg.

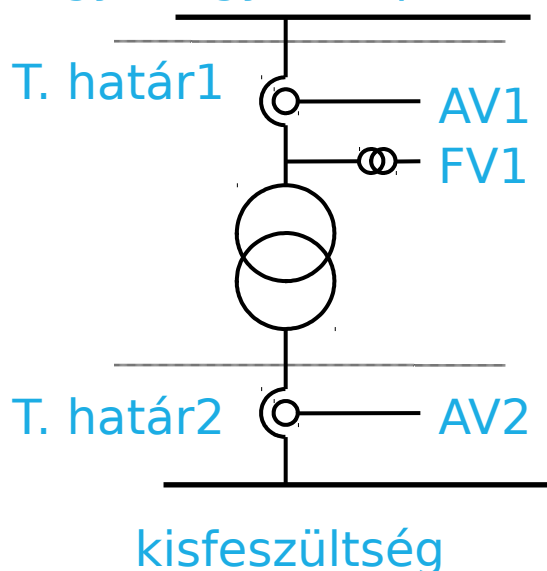
Az eltérő díjszabás miatt az import és export energia irányokat külön kell kezelni.

Bizonyos esetekben (pl. a fogyasztó gyűjtősínjén keresztül - áramszolgáltatói érdekből - energia tranzit történik): a fogyasztásmérők teljesítményeit ki kell vonni egymásból, hogy a fogyasztó aktuális teljesítményét megkaphassuk. (ez a „szaldózás”)

A mérés pontosságát a veszteségek is befolyásolják.

Alapelv: a mérés a tulajdoni határon legyen felszerelve. Ekkor mindenki a saját veszteségének a költségeit viseli. Ha a mérés nem a tulajdoni határon van, akkor a veszteséggel korrigálni kell a fogyasztásmérő által mért adatokat. Ez tipikusan fogyasztói vezeték (kábel), vagy transzformátor esetén fordul elő.

nagy- vagy középfeszültség



A tulajdoni határtól, és a mérés helyétől függően a mért energia értéket korrigálni kell.

E_M : mérővel mért energia (mérő kapcsain átfolyó energia)

E_F : ténylegesen fogyasztott energia

1. tulajdoni határ a nagyfeszültségű oldalon

- mérés tr. primer oldalon: $\dot{A}V1, FV1$

$$\rightarrow E_F = \dot{A}V1 * FV1 * E_M$$

- mérés tr. szekunder oldalon: $\dot{A}V2$

$$\rightarrow E_F = \dot{A}V2 * E_M * (1 + \text{tr.veszteség})$$

2. tulajdoni határ a kisfeszültségű oldalon

- mérés tr. primer oldalon: $\dot{A}V1, FV1$

$$\rightarrow E_F = \dot{A}V1 * FV1 * E_M * (1 - \text{tr.veszt.})$$

- mérés tr. szekunder oldalon: $\dot{A}V2$

$$\rightarrow E_F = \dot{A}V2 * E_M$$

Terhelési görbe

A VER egyensúlya érdekében pillanatról-pillanatra ismerni kell a teljesítményeket. A teljesítmények időbeli változását a terhelési görbék mutatják.

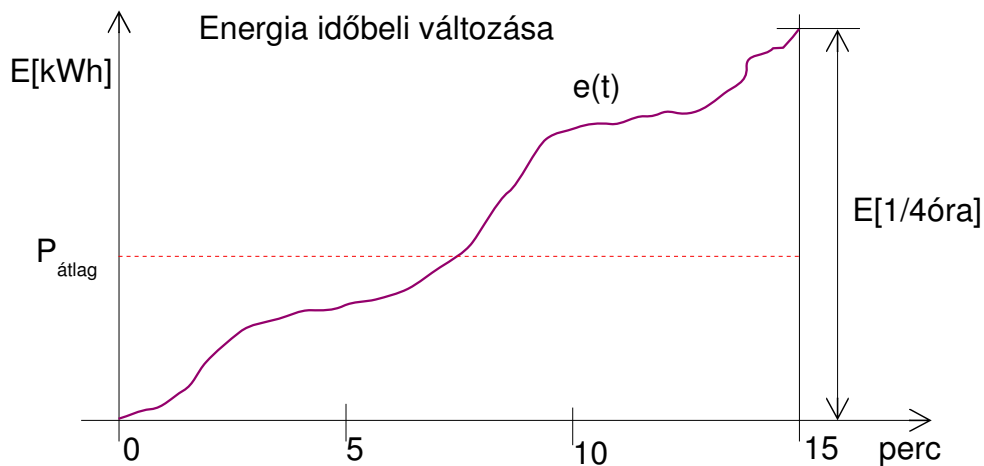
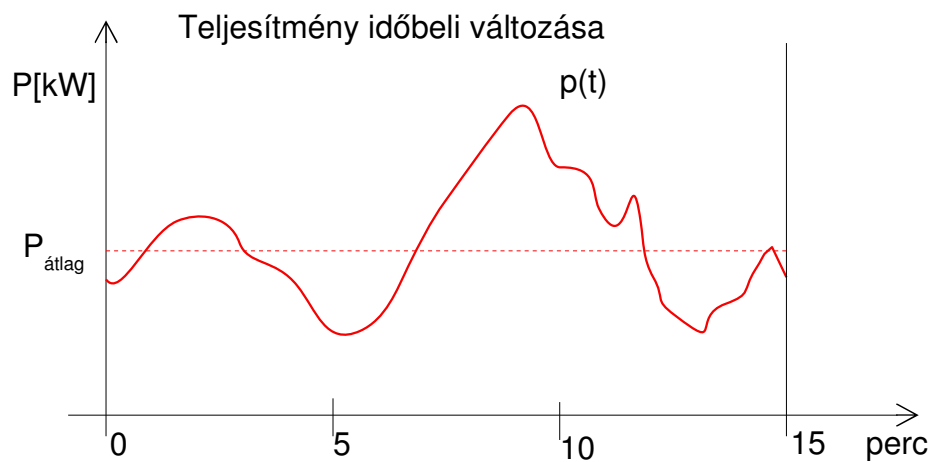
A VER teljesítményének a változása viszonylag lassú folyamat. Ennek okai:

- a szinkronban járó generátorok igen nagy forgó tömege (tehetetlensége)
- a generátor szabályozások időállandói
- a fogyasztói terhelés változások nem túl gyorsak (sok fogyasztó esetén kiegyenlítődnek)

A fogyasztásmérőkkel mérhető legrövidebb idejű teljesítmény a T periódusidő alatti teljesítmény. (lásd: teljesítmények értelmezése) Ha minden hálózati periódus ($T=20\text{ms}$) alatti teljesítmény értéket eltárolnánk, akkor egy óra alatt ($50\text{Hz} * 60\text{sec} * 60\text{perc} =$) 180.000 teljesítmény értéket kellene tárolni. Ha többféle teljesítményt is kell mérni, és az értékeket a fogyasztásmérőben legalább 1 évig kell tárolni: akkor rendkívül sok adatot kellene kezelni egyetlen fogyasztásmérőben. A hálózaton több millió fogyasztásmérő üzemel... Tehát kompromisszumot kell kötni.

A fenti okok miatt, megállapodás szerint a terhelési görbe 15 perces ($\frac{1}{4}$ órás) átlag teljesítményekből áll. A fejlődés valószínűleg magával hozza az idők rövidülését.

A 15 perces átlagteljesítmény



Az átlagteljesítmény mérése

A fogyasztásmérő törli a negyedórás regiszterét, és kezdi összegezni (integrálni) a mért, pillanatnyi teljesítmény értékeket. A negyedóra végére megkapja az $\frac{1}{4}$ óra alatt mért energia értékét. Ebből a teljesítmény átlagértéke kiszámolható.

Negyedórás átlagteljesítmény $P_{\text{átlag}} = [\text{kW}]$:

$$P_{\text{átlag}} = \frac{E(1/4 \text{ óra})}{1/4 \text{ óra}}$$

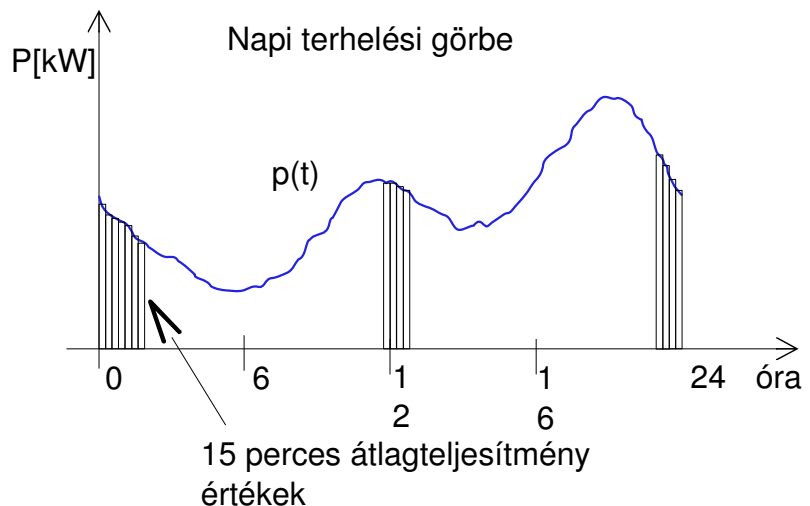
Erre a negyedóra az így kiszámolt $P_{\text{átlag}} =$ állandó érték helyettesíti a fogyasztó folyamatosan változó teljesítményét. Ezt eltárolja a mérő.

Ezután a mérő újból törli a regiszterét, és kezdi összegezni (integrálni) a mért, pillanatnyi teljesítmény értékeket. Ebből az előbbieket szerint a következő negyedóra átlagteljesítményét

kapjuk meg...

A napi (24órás) terhelési görbe 96 db ilyen átlagteljesítményből áll. A digitális mérők minimum egy évre visszamenőleg tárolják a $P_{\text{átlag}}$ értékeket. 4/4 mérés esetén négyszer több adatot kell tárolnia.

A magyar villamos energia rendszerben a piaci szereplők a fenti típusú terhelési görbék („TG”) alapján számolnak el egymással. A tarifa rendelet („villamos energia díjszabása”) szerint különböző tarifák szerinti elszámolásra köthetnek egymással szerződést. (pl. teljesítménydíjas, áramdíjas, kéttarifás, ... stb.)



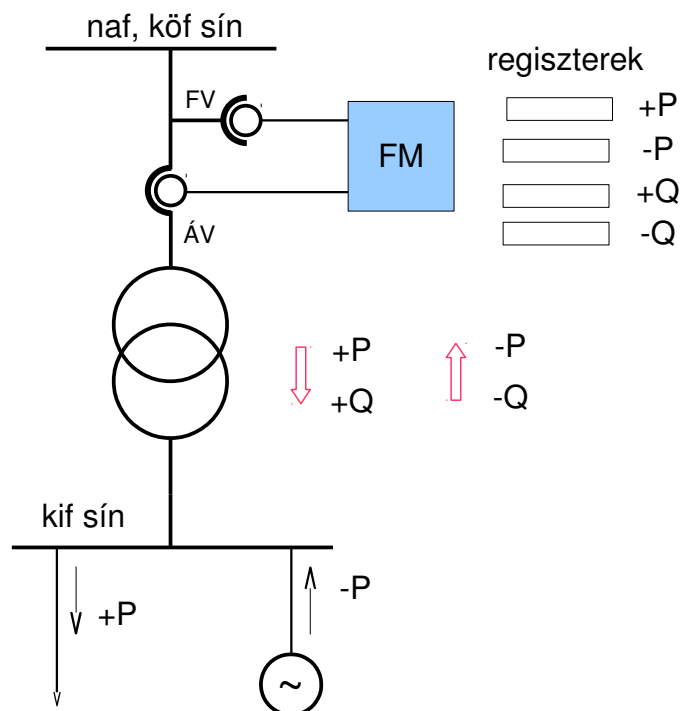
A fogyasztó a digitális fogyasztásmérőből (online módon) kiolvasott teljesítményeket, energia adatokat energiagazdálkodásra, akár meddőkompenzálás szabályozására is használhatja...

A digitális fogyasztásmérők a mért pillanatnyi-, illetve átlagteljesítményekből a tarifa rendszernek megfelelően további mennyiségeket is számolnak, kiválasztanak, eltárolnak, igény szerint megjelenítenek.

A napi, heti, havi, éves terhelési görbékből kiválaszthatók például a P_{max} értékek. Ezek a teljesítménydíjas számlákon a teljesítménydíj számításának alapját képezik.

A lakossági („egyetemes”) fogyasztók fogyasztásmérőiről évente egyszer olvassa le az elfogyasztott kWh értéket az áramszolgáltató, és ez alapján történik a számlázás.

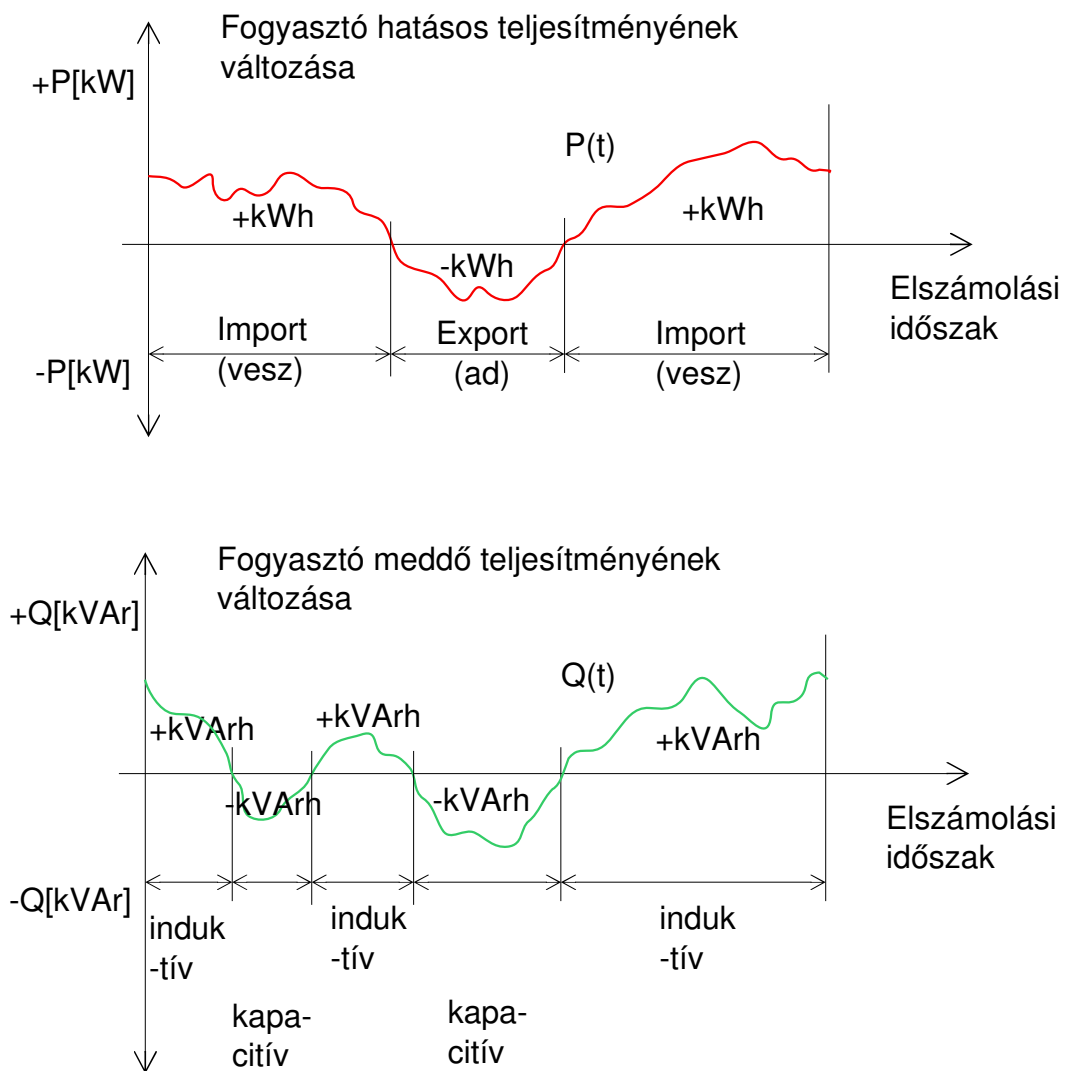
Ezzel szemben az áramszolgáltató a lakossági fogyasztók részére megvásárolt energiával már terhelési görbe alapján számol el a nagykereskedővel az áramszolgáltató! Komoly mérés-technikai,



adatfeldolgozási feladat a fogyasztók terhelési profiljának a mérése, elemzése, a szintetikus profilok kidolgozása, és a fogyasztók éves (egyszeri!) kWh fogyasztásának napi terhelési görbékre konvertálása...

Terhelési görbe alapján történő energia elszámolás

Az import („vesz”) - export (ad) hatásos és meddő energiákat külön-külön kell mérni, mivel a díjszabásuk eltér. Ezt a fogyasztók kihasználhatják energiagazdálkodásra, költség megtakarításra.



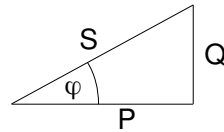
A görbék alatti terület az energiát adja.

A meddő energia többlet veszteséget, és többlet feszültségesést okoz a hálózaton. Emiatt a fogyasztót a meddőenergia díjával arra ösztönzik, hogy a hálózat számára kedvező tartományon belül legyen az induktív-kapacitív energia mennyisége.

Egy meghatározott időszak alatti hatásos és meddő teljesítmény arányával ($\tan(\varphi)$) határozzák

meg a tartományt:

$$\operatorname{tg}(\varphi) = Q / P$$



Kisfeszültségen:

$$\operatorname{tg}(\varphi) = Q / P < 0,2 \quad (20\%)$$

Középfeszültségen:

$$\operatorname{tg}(\varphi) = Q / P < 0,3 \quad (30\%)$$

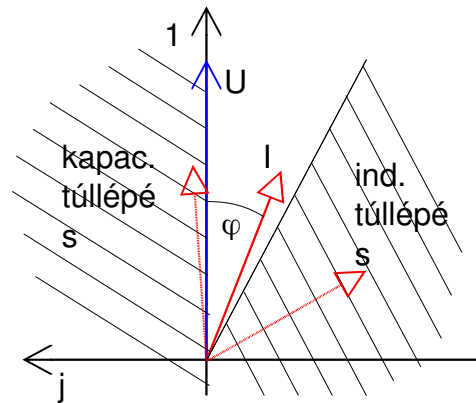
Nagyfeszültségen:

$$\operatorname{tg}(\varphi) = Q / P < 0,4 \quad (40\%)$$

A kapacitív meddő energia hálózatba (vissza-) táplálása nem kívánatos:

$$\operatorname{tg}(\varphi) = Q / P < 0 \quad (0\%)$$

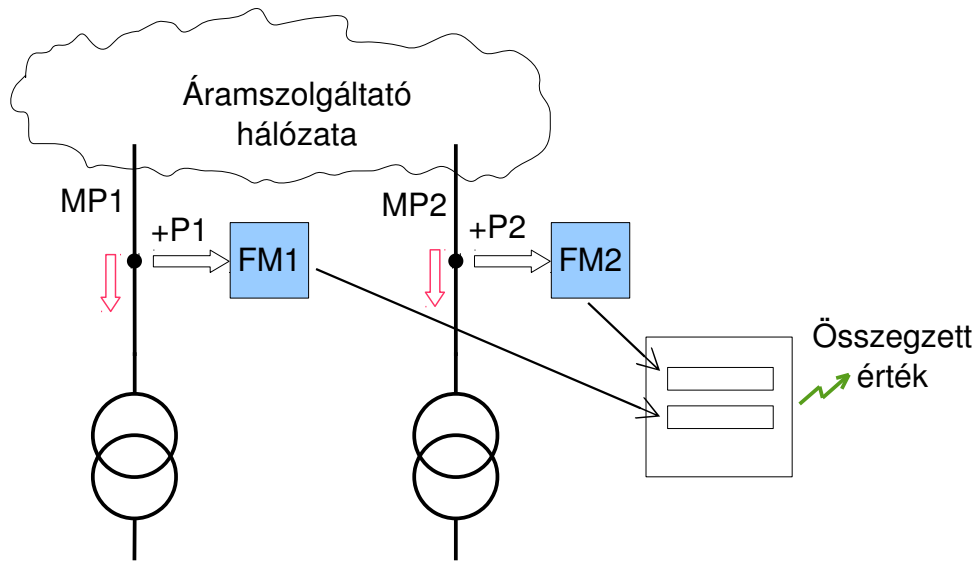
(a erőművek szempontjából az előnyös, ha meddő (kapacitív!) energiát táplálhatnak a hálózatba, mivel a generátorok túlterjesztett állapotban stabilabb üzeműek)



A fogyasztók a $\cos(\varphi)$ illetve a meddő teljesítmény megengedett értéken való tartása céljából meddő kompenzáló berendezéseket használnak. Megjegyzés: esetenként a kereskedelmi szerződések nem a hatékony meddőgazdálkodásra, a hálózat veszteség csökkentésre ösztönzik a piac résztvevőit, hanem pusztán a menetrend tartására...

Összegzés

Több csatlakozási pont esetén összegzéssel kapjuk meg az eredő teljesítményt a kettő (vagy több) mérőből



Szaldózás

Matematikai értelemben két különböző előjelű szám összegzése a különbséget adja eredményül, előjel helyesen.

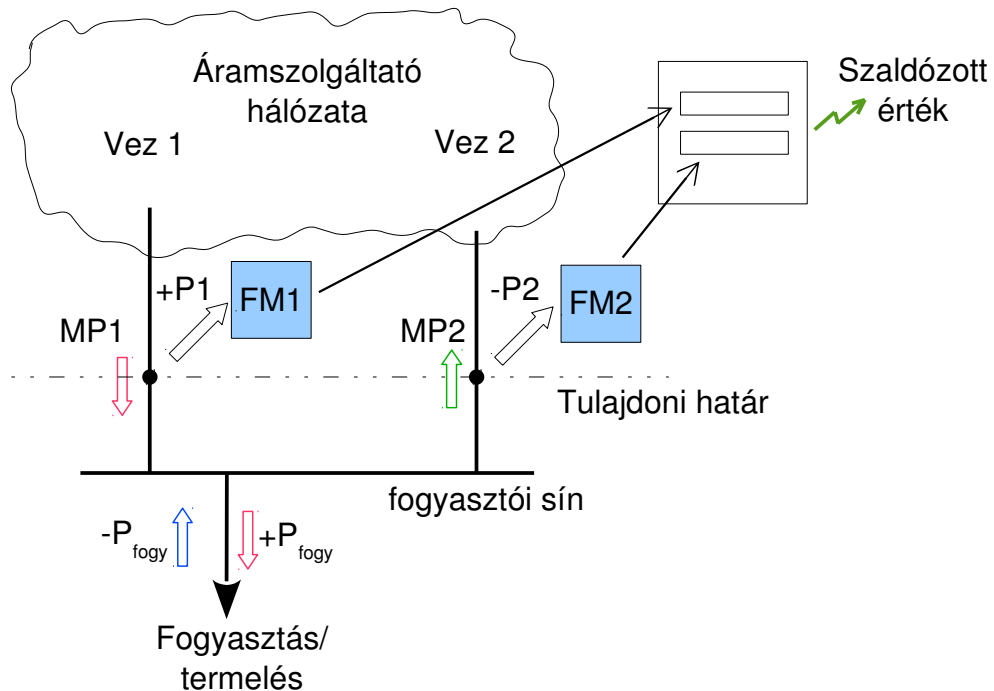
A fogyasztásmérők a teljesítmények abszolút értékét (pozitív számként) tárolják, mivel az előjel nem egyértelmű: honnan nézzük az energia irányt?! Ugyanazt a teljesítményt (energiát) pl. a hálózat adja, a fogyasztó veszi...

Emiatt a tárolási hely(!) pontosabban az OBIS kód adja meg az energia irányát!

Fogyasztói gyűjtősínen az áramszolgáltató – más fogyasztó részére – tranzitálhat energiát. A vezetékben elhelyezett mérés esetén ilyenkor szaldózást kell alkalmazni (az összegzés helyett), hogy a fogyasztó teljesítményét megkapjuk.

A szaldózást korábban hiteles összegző-szaldózó készülékek végezték. Ezek a mérőktől teljesítménnyel arányos frekvenciájú implzus sorozatot kaptak, és a *forrásuktól* (bekötésüktől-) függően ezeket összegezték, vagy a különbségüket képezték.

Ma a szaldózást (illetve összegzést) szoftverek, feldolgozó rendszerek végzik.



Ezt az esetet bonyolítja, ha a fogyasztó generátort is üzemeltet, mert előfordulhat, hogy a generátor a 2. vezetéken kitáplál (ellátja a további fogyasztót!). Ugyanakkor az 1. vezetéken vételezés és betáplálás is előfordulhat...

1.példa: egy fogyasztót két csatlakozási ponton mérünk

FM1:

„Hálózat_ad” nevű regiszter tartalma $(+P1) = 100\text{kW}$
 „Hálózat_vesz” nevű regiszter tartalma $(-P1) = 20\text{kW}$

FM2: +P

„Hálózat_ad” nevű regiszter tartalma $(+P1) = 50\text{kW}$
 „Hálózat_vesz” nevű regiszter tartalma $(-P1) = 0\text{kW}$

A fogyasztó által „vásárolt” teljesítmény: $100+50 = 150\text{kW}$

A fogyasztó által „eladott” teljesítmény: $20+ 0 = 20\text{kW}$

2.példa: HMKE szerződés szerint a különbséget kell megfizetni

Az előző példa adataival:

A fogyasztó által „vásárolt” teljesítmény: $100+50 = 150\text{kW}$

A fogyasztó által „eladott” teljesítmény: $20+ 0 = 20\text{kW}$

A fogyasztó által vásárolt eredő teljesítmény: $150-20 = 130\text{kW}$

3.példa: tranzitálás a fogyasztói sínen (nincs a fogyasztónál generátor)

FM1:

„Hálózat_ad” nevű regiszter tartalma $(+P1) = 0\text{kW}$

„Hálózat_vesz” nevű regiszter tartalma $(-P1) = 20\text{kW}$

FM2:

„Hálózat_ad” nevű regiszter tartalma $(+P1) = 50\text{kW}$

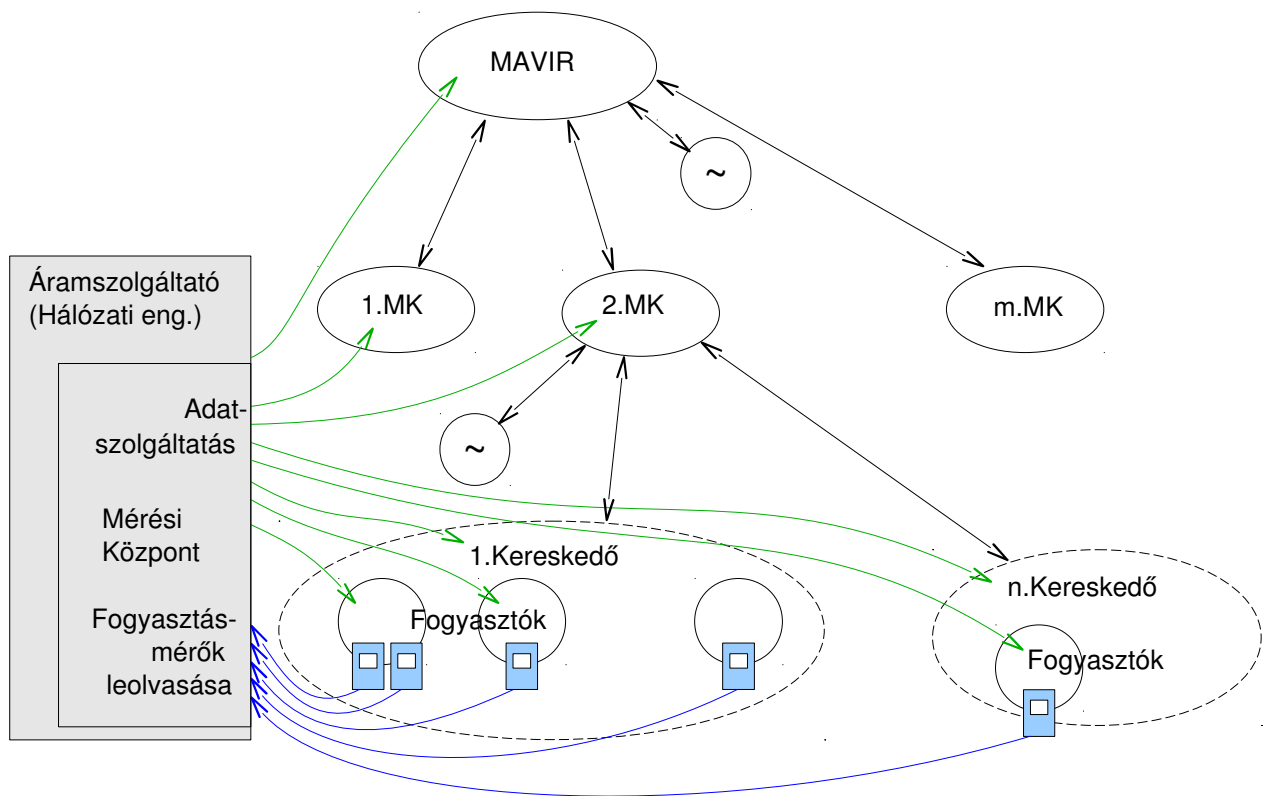
„Hálózat_vesz” nevű regiszter tartalma $(-P1) = 0\text{kW}$

A fogyasztó által „vásárolt” teljesítmény: $50-20 = 30\text{kW}$

A gyűjtősínen tranzitált teljesítmény: $20 + 0 = 20\text{kW}$

A villamosenergia piac szereplői

A Villamosenergia Törvény a írja elő, hogy a liberalizált v.e. piacnak kik a szereplői, mi a feladatuk, jogaik, kötelezettségeik, hogyan történik az elszámolás.



Elszámolási mérési rendszer struktúrája
Fogyasztásmérők leolvasása és adatszolgáltatás

A v.e. piac szereplői:

- Erőművek (termelők): (lehetnek köz- és magáncélúak)
- Átviteli hálózat (üzemeltető: OVIT Zrt)
- Elosztóhálózatok (tulajdonosok-üzemeltetők: Hálózati engedélyes (áramszolgáltatók). Saját mérési központot és a leolvasási rendszert üzemeltetnek.
- Rendszerirányító (MAVIR Zrt részeként: Független rendszerirányító: FRI; régen: OVT) A MAVIR saját mérési központot üzemeltet.
- Áramkereskedők, mérlegkör (MK) felelősök
- Feljogosított fogyasztók (piaci feltételekkel vásárolják a vill.energiát)
- Közüzemi fogyasztók (nem versenypiaci, hanem rögzített (egyetemes-) tarifával kapják a vill.energiát)
- Közüzemi szolgáltatók
- Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH), mint szabályozó, ellenőrző hatóság

A piac szereplői közötti elszámolás módját szerződések szabályozzák.

A piaci elszámolás folyamata:

Napi terhelési görbék alapján történik: „D” az energia szolgáltatás/fogyasztás napja.

- (D-1) nap: a piac szereplői menetrendet készítenek és adnak a következő („D”) napra
- (D) nap: a fogyasztók fogyasztanak, a termelők termelnek, a fogyasztásmérők mérik

és eltárolják a mérési adatokat

- (D+1) nap: az áramszolgáltatók kiolvassák a terhelési görbéket, és a piac szereplői rendelkezésére bocsájtják, illetve továbbítják a MAVIR részére. Számlázások.

Az elszámolás folyamatában minden percre pontosan szabályozott, minden információt számítógépes rendszerek gyűjtenek, számítógépek dolgoznak fel, és számítógépek továbbítják.

(D-1) nap: Menetrendek mozgása a fogyasztótól kiindulva:

A fogyasztók menetrendet adnak a kereskedőjüknek. A kereskedő a vele szerződött fogyasztók menetrendjeit összegzi, és továbbítja a mérlegkör felelősnek.

A mérlegkör felelősök összesítik a hozzájuk tartozó kereskedők menetrendjeit, és továbbítják a MAVIR részére. A mérlegkör felelősök a velük szerződött erőművekkel a mérlegkör menetrendjét tudják gazdaságosabbá tenni.

A MAVIR a mérlegkörök terhelési görbéi alapján elkészíti az erőművek menetrendjét, és elküldi az erőműveknek.

(D) nap: fogyasztás, „szolgáltatás”

Az energia „áramlik” a fogyasztókhoz; a fogyasztók fogyasztanak, a mérők gyűjtik a terhelési görbéket.

(D+1) nap: mérők leolvasása, számla készítés

Az áramszolgáltatók mérési központjai 0 órától távleolvasó rendszerrel kiolvassák a mérőkből a terhelési görbéket (meg amit még szükséges). Ezeket az áramszolgáltatók feldolgozzák, és továbbítják a piac résztvevői részére, vagy csak lehetővé teszik – interneten keresztül - a leolvasott adatok lekérdezését. A reggeli órákra ezzel elkészülnek az áramszolgáltatók. A nap folyamán a résztvevők elkészítik a számlákat az előző nap mérési adatai alapján. (Figyelebevéve a szerződés szerinti számlázási ciklust, pl. havi számla...)

A számlák a menetrendekkel ellentétes irányban mozognak. A pénzek pedig a számlákkal ellentétes irányban...

Fogyasztásmérővel mért, eltárolt mennyiségek vázlatosan:

- P, Q, S: 15 perces átlagteljesítmények
- U, I
- energia értékek
- aktuális („futó”-) értékek
- tarifális bontás szerint: napszak szerint, csúcs-völgy időszak, vezérelt, 24 órás, stb... mennyiségek
- összegzett, szaldózott értékek, max telj. értékek,..
- üzemzavarok, kimaradások
- illetéktelen beavatkozások
- ...

A vill. energia ára:

A villamos energia árában többféle díj, adó, különböző költségek vannak elszámolva:

- energia adó
- pénzeszközök díja

- hálózathasználati díj
- rendszerirányítás díja
- ÁFA
- ...

Villamosenergia szolgáltatási árszabások („tarifák”) röviden összefoglalva:

- $I < 3 \cdot 50 \text{ A}$: egyetemes fogyasztó, nincs kötelezve a piaci tarifára (de választhatja)
- $I > 3 \cdot 50 \text{ A}$: kötelezően versenypiaci árszabást kell választania

I. Egyetemes árszabás: ha nem piaci fogyasztó

- lakossági
- nem lakossági (intézmények, iskolák, trafikok,...)

„Profílozott” fogyasztó esetében a leolvasott kWh értéket minta mérésekkel meghatározott „szintetikus” profilhoz (terhelési görbéhez) rendelik hozzá

A1 : általános, 1 zónaidős

A2 : általános, 2 zónaidős (csúcsidejű/csúcson kívüli)

B : időszakos (vezérelt)

II. Versenypiaci árszabás lényege:

- $I > 3 \cdot 80 \text{ A}$: Teljesítménydíjas, egyedi ár
„idősoros” fogyasztó, mért terhelési görbe alapján számlázzák
számlázás alapja: lekötött teljesítmény, fogyasztás
- $I < 3 \cdot 80 \text{ A}$: Alapdíjas („áramdíjas”), a max terhelő áramot a kismegszakító korlátozza
számlázás alapja: kismegszakító In, fogyasztás

Kimaradtak

- En. gazdálkodás (terhelés becslés, HFKV, SCADA r. kapcsolata)
- Teljesítmények levezetése
-

Források, ajánlott irodalom:

Uray-Szabó: Elektrotechnika (1974)

Pattantyús: Gépész és villamosmérnökök kézikönyve: 7. Elektrotechnika

Benkó-Hatvani-Póka-Uri-Varga: Villamosmű kezelő

Benkó-Domonkos-Kis: Villamos mérések, Szakoktatási jegyzet, MVMT, 1990

Elektrotechnika folyóirat cikkei