

A VILLOGÁS (FLICKER) ZAVAR TERJEDÉSÉNEK VIZSGÁLATA

INVESTIGATION OF FLICKER DISTURBANCE PROPAGATION

Dr. Szarka Tivadar*

ABSTRACT

The disturbances propagating on the electrical grids can result in significant damages in industry, transport and particularly in mechatronics manufacture. The consumers are connected together by the large-scale electrical networks, therefore the disturbances generated by one consumer put impact on the quality of electricity supplied by the network. Several consumers can work simultaneously on electrical network, thus the disturbance spectrum has wide-range difference at various terminals and time intervals. The demand for the reduction even stop of disturbances need the mapping of consumers generating the respective disturbances. Flicker phenomenon is particularly dangerous for the eyes of people living in the vicinity of the flicker source. This paper presents the new scientific achievements in order to determine the propagation of flicker phenomenon and the consumers generating the dangerous disturbances particularly the flicker effect.

1. BEVEZETÉS

A villamoshálózatokon terjedő zavarok jelentős károkat és biztonság-technikai problémákat okozhatnak, különösen a számítógépekkel irányított mechatronikai gyártás területein. Ismeretes, hogy a villamos erőművek által szolgáltatott energia zavarmentesnek, tisztának tekinthető, a hálózatokon kialakuló zavarok döntő többségét a fogyasztóknál üzemeltetett (rosszul beállított vagy hibás) villamos berendezések okozzák. Az egyes fogyasztókat a nagy kiterjedésű villamos hálózatok összekapcsolják, ezért az egyik fogyasztó által okozott zavarok befolyásolják a másik fogyasztó által a villamos hálózaton vételezett energia minőségét is. Az ilyen fogyasztók működésük során eltorzítják a hálózatokon folyó áramok- és feszültségek ideális szinuszos hullámalakját.

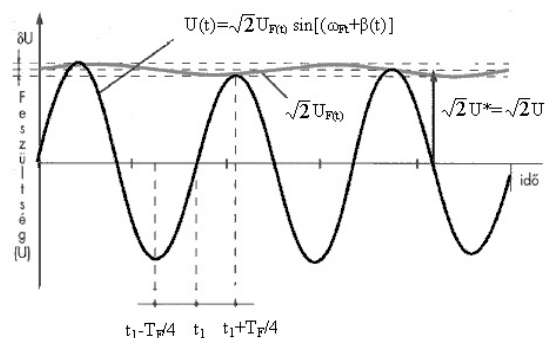
Nagyteljesítményű fogyasztók, például az ipari-elektronikával irányított villamos hajtások, vasút- és villamos vontatás vagy a nagyteljesítményű hegesztőgépek, ívkemencék üzemének lökészerű

terhelés változása feszültség lengésekkel „rángatja” a hálózatot, letöréseket és feszültség megfutasokat, feszültség tranzienseket eredményezhet. A hálózati zavarok közül különösen veszélyes a „villogás” (közismerten a flicker hatás), amely az emberek egészségét is veszélyeztető környezeti ártalmakat okozhat.

A végzett vizsgálatok során olyan elméleti- és gyakorlati megoldásokat kerestem, melyek mérés-technikai módszerekkel és hálózati ismeretekkel segíthetik a zavarforrások, a zavart okozó fogyasztók felderítését.

2. A VILLOGÁS KIALAKULÁSA ÉS ÉRTELMEZÉSE

A villogásra vonatkozó Európai előírások [1], melyek a magyarországi szabványokban is megjelennek, szigorúan szabályozzák a (rövid- és a hosszú idejű) villogás még megengedett erősségét. Ennek magyarázata az, hogy az 1-15 Hz közötti feszültség ingadozás, a világító testekben ingadozó fényességű, vagy színspektrumú olyan fényáram változásokat okoz, mely rendkívül káros lehet az emberekre, az emberi környezetre.



1. ábra. A feszültség ingadozás okozta frekvencia moduláció (forrás: [1])

A villogás mértékét az Európai előírások a mérések- és az emberi látásérzet-ingadozás statisztikai adatai alapján határozták meg.

*Professor Emeritus, Miskolci Egyetem Elektrotechnikai Elektronikai Tanszéke

Az ember- és az emberi környezet nemcsak a fényingadozás erősségére, de a villogás gyakoriságára is érzékeny. Statisztikai adatok alapján legkellemetlenebb és legveszélyesebb a 8.8 Hz-es feszültség változás.

A villogás mérésére az UIE/IEC fejlesztette ki a szabványos villogásmérőt, figyelembe véve a feszültség változást és a fénycsillámlás ingadozás emberre vonatkoztatott hatását.

A mérőműszer a rövididejű (1-10 perc átlagát számító) villogás mértékét határozza meg az alábbi összefüggés szerint [2],[3]:

$$P_{st} = \sqrt{K_{0,1}P_{0,1} + K_1P_1 + K_3P_3 + K_{10}P_{10} + K_{50}P_{50}} \quad (1)$$

$P_{0,1}$, P_1 , P_3 , P_{10} és P_{50} az a szint, amelyet a megfigyelési időszak 0.1 %-a, 1%-a, 3%-a, 10%-a illetve 50%-a halad meg.

$K_{0,1}$, K_1 , K_3 , K_{10} és K_{50} a 0.1 %-hoz, az 1%-hoz, a 3%-hoz, a 10%-hoz illetve 50%-hoz tartozó együtthatók.

Az így meghatározott rövididejű (short time) villogás értékeiből határozható meg a hosszúidejű (long time) villogás nagysága [2],[3]:

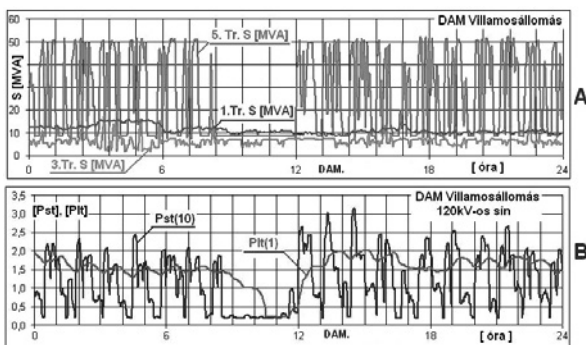
$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{sti}^3}{12}} \quad (2)$$

amely P_{lt} az egy hét időtartam bármely szakaszának 95%-ban az 1 értéket nem haladhatja meg [1].

Az általam végzett vizsgálatok célja az volt, hogy mérés technikai módszerekkel és hálózati ismeretekkel egyértelmű összefüggéseket találjak a villamos hálózaton terjedő villogás törvényszerűségére.

3. MÉRÉSI MÓDSZEREK

A vizsgálataim során abból a feltételből indultam ki, hogy az UIE*/IEC** szabványos villogásmérővel meghatározott rövididejű villogás és a villogást generáló berendezés vételezett villamos energiája között mérhető összefüggésnek kell lenni.



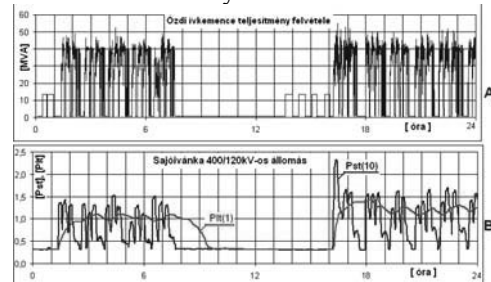
2. ábra. A diósgyőri UHP ivkemence teljesítmény felvétele ('A' ábra) és az ivkemence üzeme okozta villogás ('B' ábra)

Ennek bizonyítására megvizsgáltam a borsodi kohászati üzemekben azonos időben végzett

* UIE (International Electrotechnical Commission)

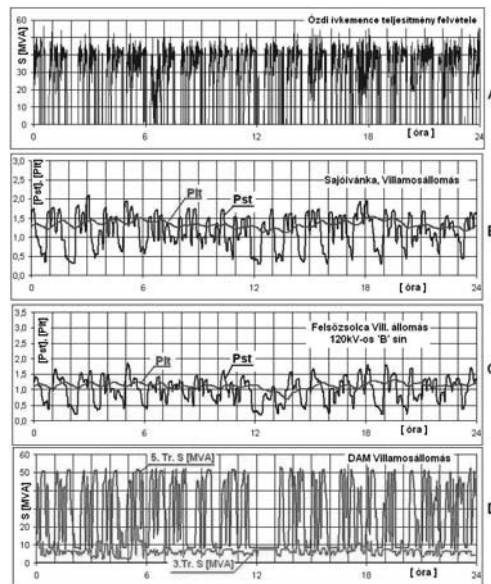
** IEC (International Union for Electricity Applications)

villamos energia felvételt és a rövididejű villogás mérési eredményeit. Mérésekkel bebizonyítottam, hogy a villamos berendezés okozta villogásának és a berendezés által felvett energia között egyértelmű összefüggés van. A 2. ábrán a diósgyőri kohászati üzemben végzett mérések, a 3. ábrán az ózdi kohászati üzemben végzett mérések eredményei láthatók.



3. ábra. Az ózdi UHP ivkemence teljesítmény felvétele ('A' ábra) és az ivkemence üzeme okozta villogás ('B' ábra)

Továbbiakban azt vizsgáltam meg, hogy a két ivkemence együttes üzeme során hogyan alakul az eredő villogás erőssége. A 4. ábrán megtekinthető a diósgyőri- és az ózdi ivkemencék azonos időben történő teljesítmény felvétele és eredő villogás erőssége Sajóivánkai állomáson és a Felsőzsolcai villamos állomáson mérve.



4. ábra. Az ózdi UHP ivkemence teljesítmény felvétele ('A' ábra), a diósgyőri UHP ivkemence teljesítmény felvétele ('D' ábra) és az ivkemencék üzeme okozta villogás Sajóivánkai villamos állomáson ('B' ábra), és a felsőzsolcai villamos állomáson

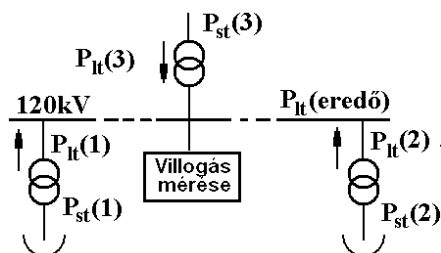
4. A VILLOGÁS TERJEDÉSE

A villogás összetevőinek meghatározására az általam kidolgozott és mérésekkel igazolt, (eredményhez vezető) módszer lényege az, hogy a villogást generáló fogyasztókat egymást követően „kiiktatjuk” (pontosítva,

olyan időszakokban mérünk, amikor a kijelölt fogyasztók nem üzemelnek) és mérjük a „maradék” villogás erősségét. Négy ilyen időszakot választottam.

- olyan időszakasz, amikor sem a DAM ívkemence sem az ózdi ívkemence nem üzemel
- olyan időszakasz, amikor a DAM ívkemence üzemelt, az ózdi ívkemence nem üzemel
- olyan időszakasz, amikor mind a DAM ívkemence mind az ózdi ívkemence üzemel
- olyan időszakok, amikor a DAM ívkemence nem, de az ózdi ívkemencék üzemel

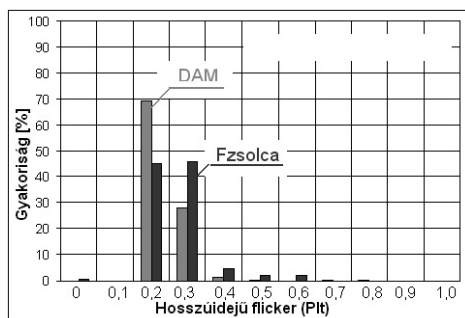
A mérés elvét az 5. ábra mutatja.



5. ábra. A villogás összetevőinek meghatározására kidolgozott mérés vázlatja

4.1 A villogás szintjének alakulása olyan időszakban, amikor sem az ózdi ívkemence, sem a DAM ívkemence nem üzemel

A hosszú (18 napot kitevő) időszak alatt végzett mérések eredménye, egyrészt megbízható információkat adott a 120kV-os hálózaton „mindig” jelenlévő un. flicker-alapzaj nagyságáról ($P_{It, alapzaj} \approx 0,2 \dots 0,25$), másrészt olyan néhány napon is végezhetünk méréseket (Húsvéti ünnepek alatt), amikor a hálózaton a legminimálisabb terhelés jelentkezett.



6. ábra. A hosszúidejű villogás értékeinek gyakorisága olyan időszakokban amikor a nagyteljesítményű ívkemencék nem üzemeltek

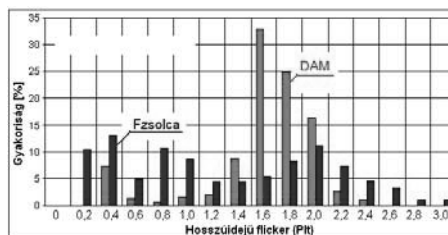
A 6 ábrán a 18 napon keresztül folyamatosan, olyan időszakokban végzett, mérések eredményei tanulmányozhatók, amikor a nagyteljesítményű ívkemencék nem üzemeltek.

A DAM 35 kV-os hálózatán illetve Felsőzsolca 120kV-os állomásán mért adatok azt mutatják, hogy ha az ívkemencék nem üzemelnek, akkor a hosszúidejű villogás gyakorlatilag elhanyagolható erősségű.

4.2 A villogás szintjének alakulása olyan időszakban, amikor az ózdi ívkemence nem üzemel, de a DAM ívkemence üzemel

A mérések alatt, azért hogy a villogás terjedését minél pontosabban tudjam meghatározni, a DAM ívkemence flicker-kompenzációját kikapcsoltuk.

A DAM 35kV-os sínen mért villogás erőssége, a mérési idő mintegy 80%-ban, lényegesen túllépte a megengedett ($P_{It} < 1$) határértéket. Ugyanakkor Felsőzsolca villamos állomásán az idő 80%-ban $P_{It} \approx 1$ értékeket mérünk, ami még mindig magasabb a megengedett értéknél.

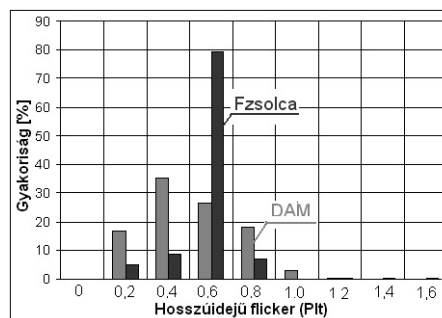


7. ábra. A hosszúidejű villogás erősségének gyakorisága a flickerszint függvényében, olyan időszakokban amikor az ózdi ívkemence nem, a DAM UHP ívkemence viszont üzemelt

A mérések eredményei a 7. ábrán tanulmányozhatók. A jobboldali oszlopokon a DAM sínen-, a baloldali oszlopokon a Felsőzsolcán mért eredmények láthatók.

4.3 A villogás szintjének alakulása olyan időszakban, amikor az ózdi ívkemence üzemelt, de a DAM ívkemence nem üzemelt

Amikor a DAM 80 tonnás UHP ívkemence nem üzemelt, de az ózdi ívkemence üzemelt, akkor a DAM 120kV-os rendszeren mérhető villogás meghatározó részét az ózdi ívkemence generálta.



8. ábra. A hosszúidejű villogás erősségének gyakorisága a flickerszint függvényében, olyan időszakokban amikor a DAM UHP ívkemence nem, az ózdi ívkemence üzemelt.

A 8. ábrán látható, hogy az ózdi ívkemence okozta villogás átlagértéke: $P_{It(átlag)} \approx 0,45$, maximális értéke: $P_{It(max)} \approx 1,05$. ($P_{It} > 1$ érték a DAM állomásán a közel 100 óra mérési idő 3,2%-ban, Felsőzsolcán 0,7%-ban fordult elő.

A mérés eredményei azt mutatják, hogy az ózdi ívkemence zavarhatása, (hosszúidejű villogás) a miskolci villamos hálózatokon is megjelenik [4],[5].

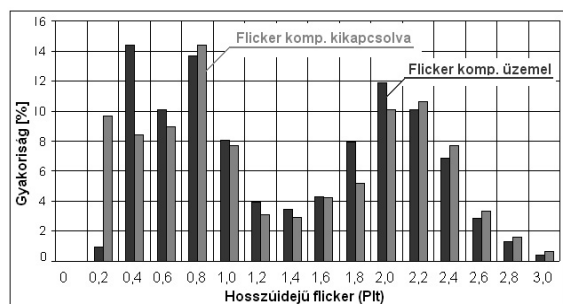
4.4 A villogás szintjének alakulása olyan időszakban, amikor mind az ózdi ívkemence, mind a DAM ívkemence üzemelt

A DAM (ívkemencék és egyéb technológiai berendezések) és az ózdi ívkemencék együttes üzeménél (2006. május 4 – május 15 között) a flicker meghatározása szempontjából két lényeges vizsgálati körülményt alakítottunk ki:

1. A DAM V. sz. transzformátorán keresztül üzemeltetett ívkemence flicker kompenzációs berendezése bekapcsolt (üzemeltetett) állapotban volt.
2. Az ívkemence flicker kompenzációs berendezése kikapcsolt (üzemen kívüli) állapotban volt.

A viszonylag hosszú időszakokat felölelő, nagyszámú mérési adatokra támaszkodó vizsgálat alatt mind a DAM, mind az ózdi ívkemencéket a „folyamatos” üzem jellemezte. A „folyamatos” jelző az ívkemencék olyan üzemállapotát jellemzi, amikor az alábbi, 4 részből álló, ciklusok folyamatosan követik egymást:

- a. a szilárd vagy folyékony betét beadagolása az ívkemencébe
- b. a villamos ív alatti olvasztás és kikészítés
- c. a kész acél eltávolítása, azaz a csapolás
- d. tervezett- vagy nem tervezett javítások, egyéb szünetidők



9. ábra. A hosszúidejű flicker gyakorisága és struktúrája a DAM villamosállomás 120kV-os rendszerén, a flicker kompenzáció ki- és bekapcsolt állapotában amikor mind a DAM, mind az ózdi ívkemencék üzemeltek

A rögzített méréseknél, akkor is, amikor a DAM flicker kompenzáció üzemben volt és akkor is, amikor azt kikapcsolták, de az ózdi kemence üzemelt, (lásd a 9. ábrán a mérés eredményeit) megfigyelhető, hogy a DAM V.sz. transzformátoron keresztül működtetett DAM ívkemence üzem alatt a P_{st} hosszúidejű flicker szint csak lényegtelen mértékben változik meg, ha a flicker kompenzációs berendezéseket kikapcsolják! Vagyis a két nagyteljesítményű ívkemence üzemének együttes hatására kialakuló hosszúidejű villogás

erősségét a DAM flicker-kompenzáció csak kismértékben volt képes csökkenteni.

5. A MÉRT EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

A mérések és az elvégzett ellenőrző számítások alapján megállapítható, hogy

- a DAM 120/35kV-os állomás 120kV-os rendszerén, ha a DAM villamos állomás V.sz. transzformátorán keresztül működtetett 80 tonnás UHP ívkemence üzemel, a szabványokban megengedett $P_{st} < 1$ értéket tartósan és jelentősen meghaladó, ($P_{st} \approx 1,8 \dots 2,0$) hosszúidejű flicker alakul ki!
- a villogás (flicker) magas értéke ($P_{st} > 1$) a DAM 120kV-os állomás 120kV-os rendszerén gyakorlatilag csak a DAM UHP ívkemence üzemétől függ, értékének változása elhanyagolható más külső (flickert generáló) fogyasztók hatásától.
- Megállapítható, hogy a DAM ívkemence által generált villogás erőssége a Felsőzsolca állomáson közel felére csökkent.
- a DAM UHP ívkemence flicker kompenzáló berendezés üzemállapota, (bekapcsolt vagy kiiktatott állapota), ha az ózdi ívkemence üzemel, nincs jelentős hatással a DAM állomás 120kV-os rendszerén megjelenő flicker szint alakulására.. A flicker kompenzáció bekapcsolt állapotában a $P_{st} > 1$ érték a teljes üzemidő 58,6%-ban, a kompenzáció kikapcsolt állapota mellett $P_{st} > 1$ érték az idő 60,98%-ban alakult ki

6. IRODALOM

- [1] MSZ-EN 61000-3-3 szabvány
- [2] J. MCKIM :The UIE Flickermeter Demystified, <http://www.ce-mag.com/archive/mayjune/McKim.html>, 1999.
- [3] MSZ EN 50160; A közcélú elosztóhálózatokon szolgáltatott villamos feszültség jellemzői.
- [4] VÁRADINÉ. SZARKA ANGÉLA: Leállási idő mérésére alkalmas tesztberendezés vezérlésének fejlesztése. „Innováció és Tudás” Konferencia 2005, Miskolc. pp 101-106.
- [5] SZARKA TIVADAR, KOVÁCS ERNŐ, RADÁCS LÁSZLÓ, VÁRADINÉ SZARKA ANGÉLA, GYURKÓ ISTVÁN: A DAM2004 Kft. 80 t. UHP ívkemence üzemé okozta hálózati villogás (flicker) és más hálózati zavarok mérése, vizsgálata (Szakmai jelentés 2006)

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikkben közreadott tudományos kutatás „A felsőoktatás minőségének javítása kiválósági központok fejlesztésére alapozva a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területein” című, TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 számú projekt támogatásával készült. Ezért a Szerző köszönetét fejezi ki..