

Feszültségletörés és emelkedés – Definíciók, keletkezés, szabványok

MMK tanfolyam 2005. őszi félév

Villamos hálózatok

Dr. Dán András

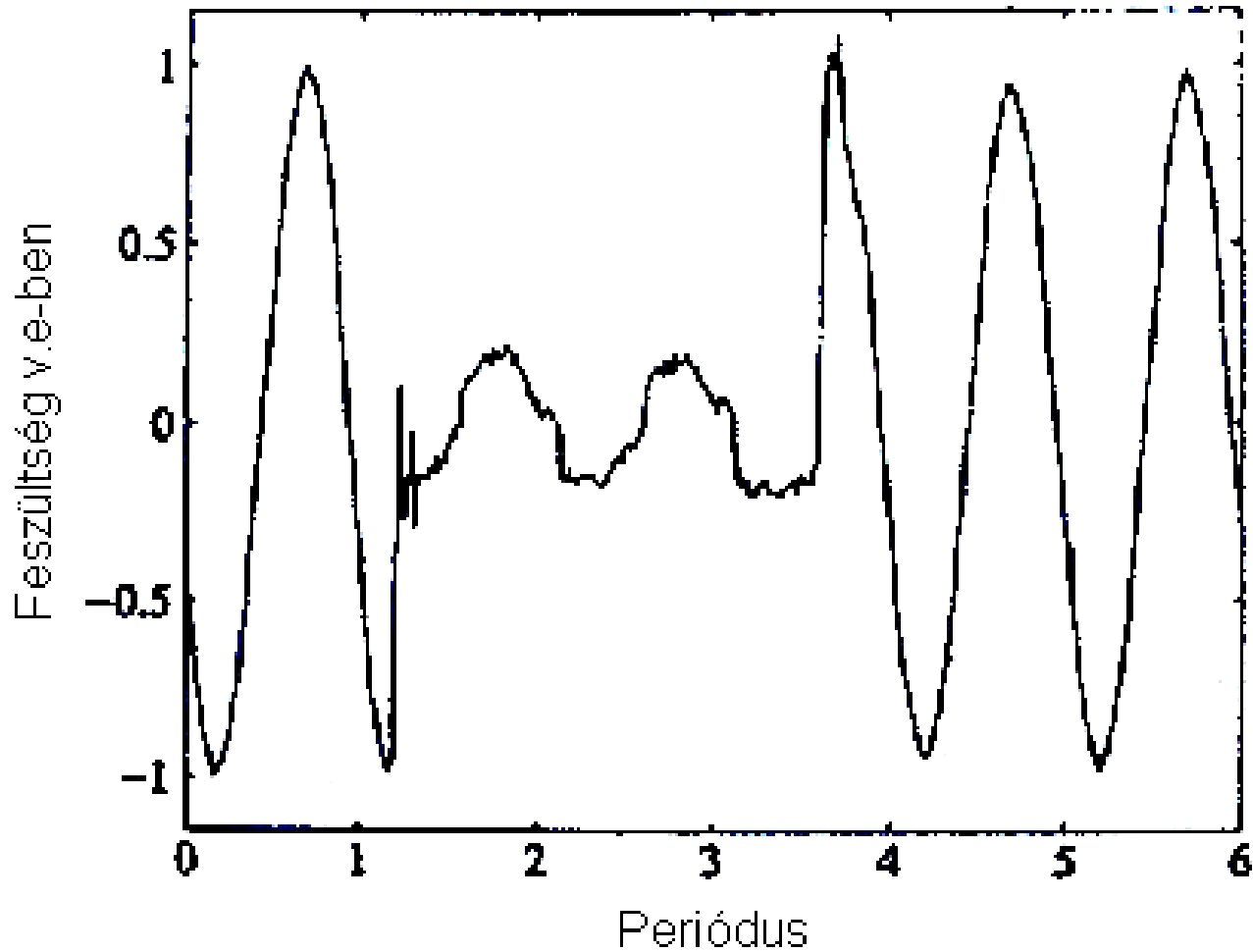
Feszültségletörés

- Definíció
- Mérési eljárás
- Kiértékelés
- Okozott problémák (fogyasztói típusok, társadalmi, gazdasági hatások)
- Fogyasztói berendezések vizsgálata
- Keletkezés
- Terjedés
- Mérés a hálózaton (forrás keresés)
- Káros hatások csökkentése
- Esettanulmány

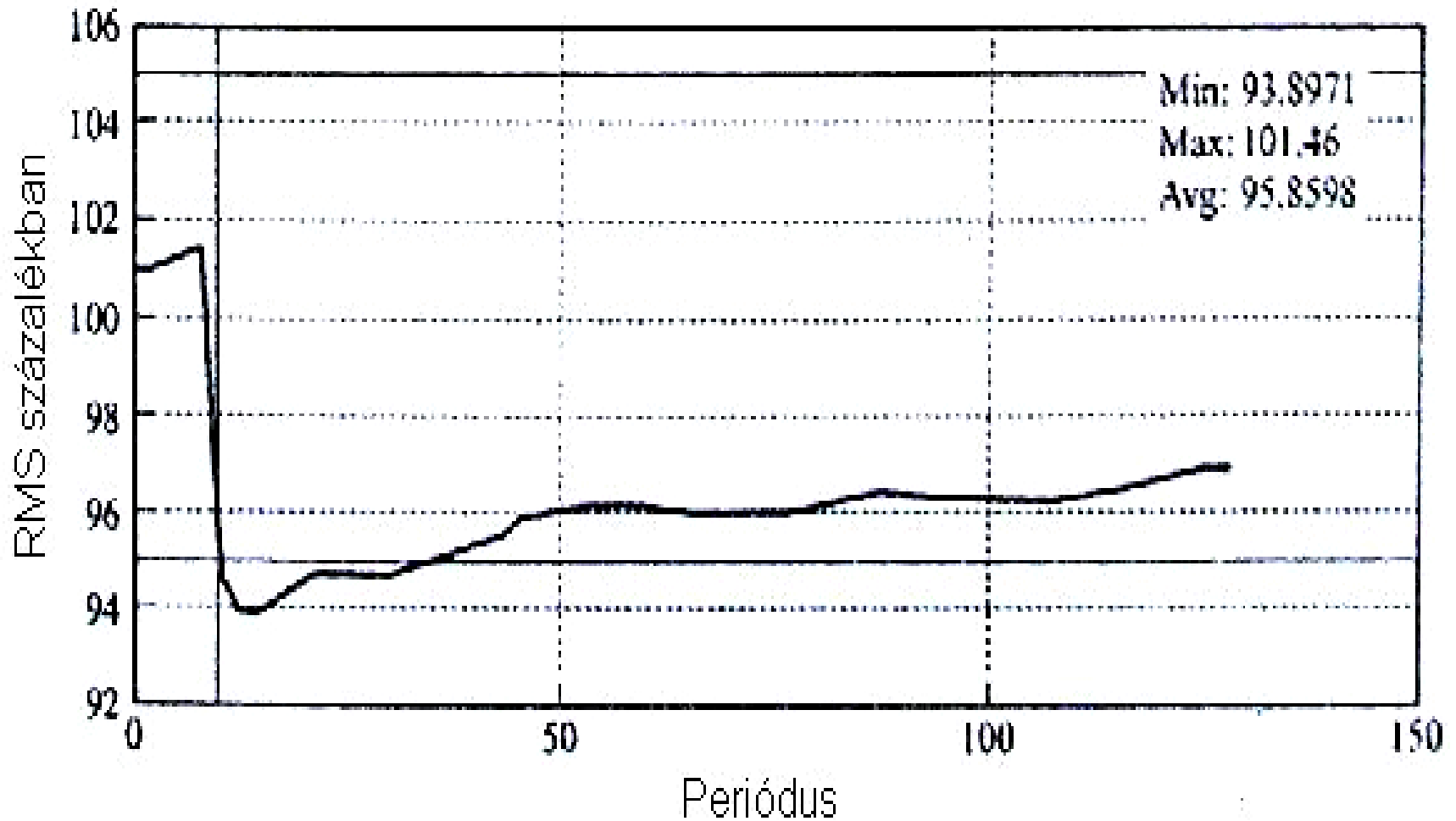
Definíció

- *MSZ EN 50160:2001* : „ a tápfeszültség hirtelen csökkenése az U_c megegyezéssel feszültség 10%- a és 90 %- a közötti értékre, amit egy rövid időtartam után a feszültség visszaállása követ. A feszültségletörés szokásos ideje 10 ms és 1 perc között van.”
- *MSZ EN 61000-4-11* : „a villamos rendszer valamely pontjában a feszültség hirtelen csökkenése, majd egy félperiódustól néhány másodpercig terjedő rövid idő utáni helyreállása”

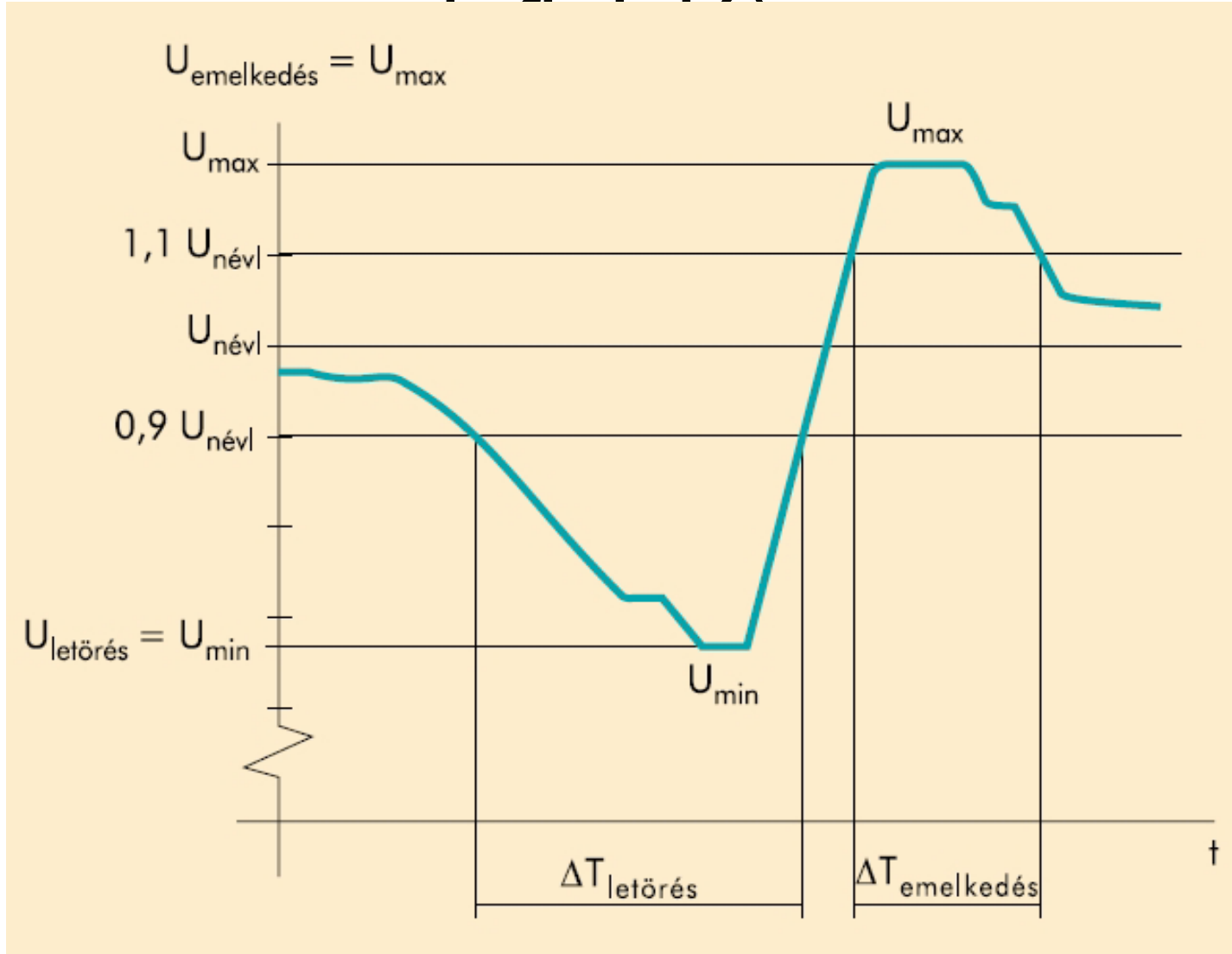
Mérési eljárás



Mérési eljárás



Mérési eljárás (MSZ EN 61000-3-3)



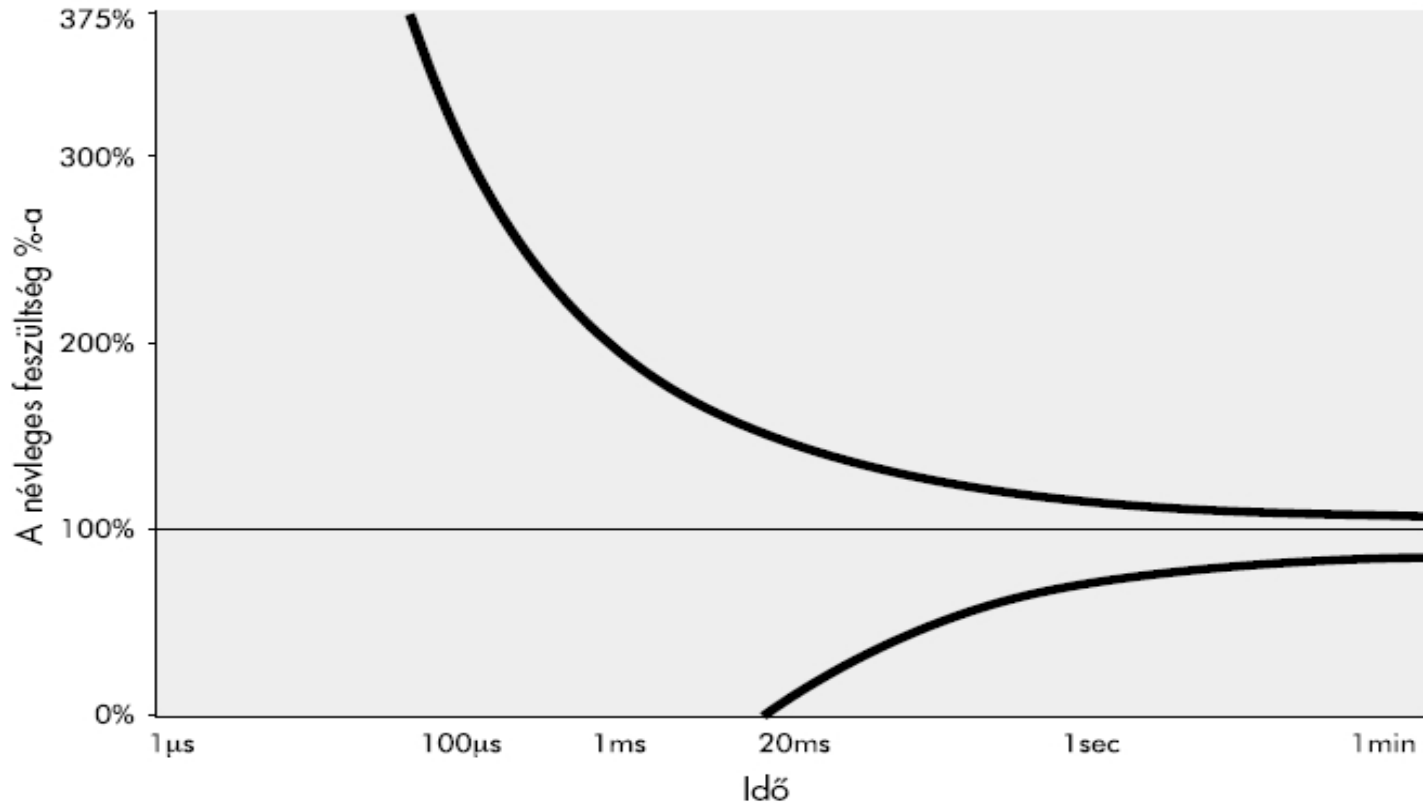
Mérési eljárás (definíció)

- Félperiódusonként csúsztatott effektív érték:

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_T U^2(t) dt}$$

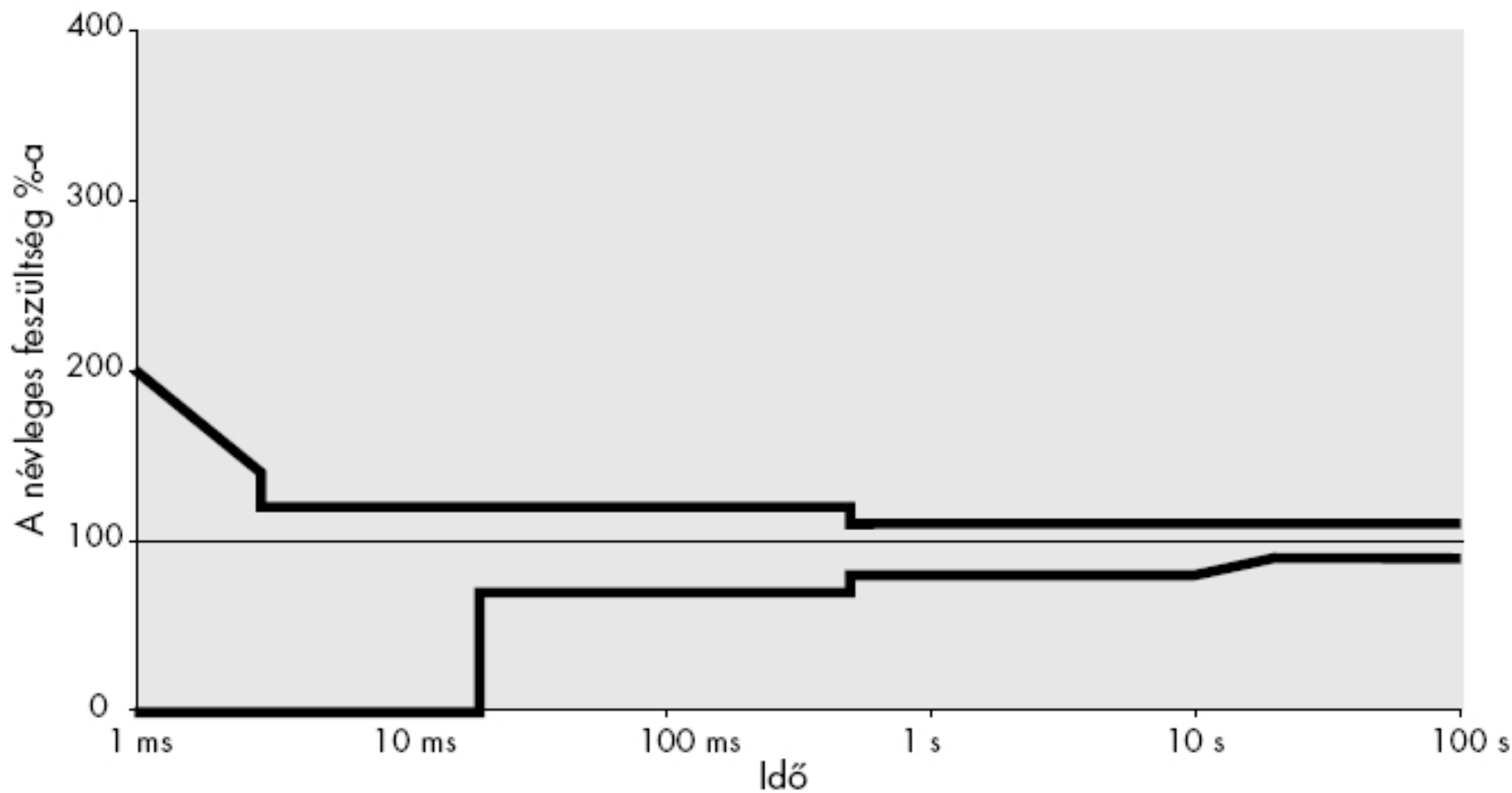
- Vonatkoztatási feszültség:
 - KIF: névleges feszültség
 - KÖF: névleges, vagy megegyezésemes fesz
- 1%-os érzéketlenségi holtáv visszatéréskor

Kiértékelés IT berendezés centrikusan (CBEMA)(Computer and Business Equipment Association)

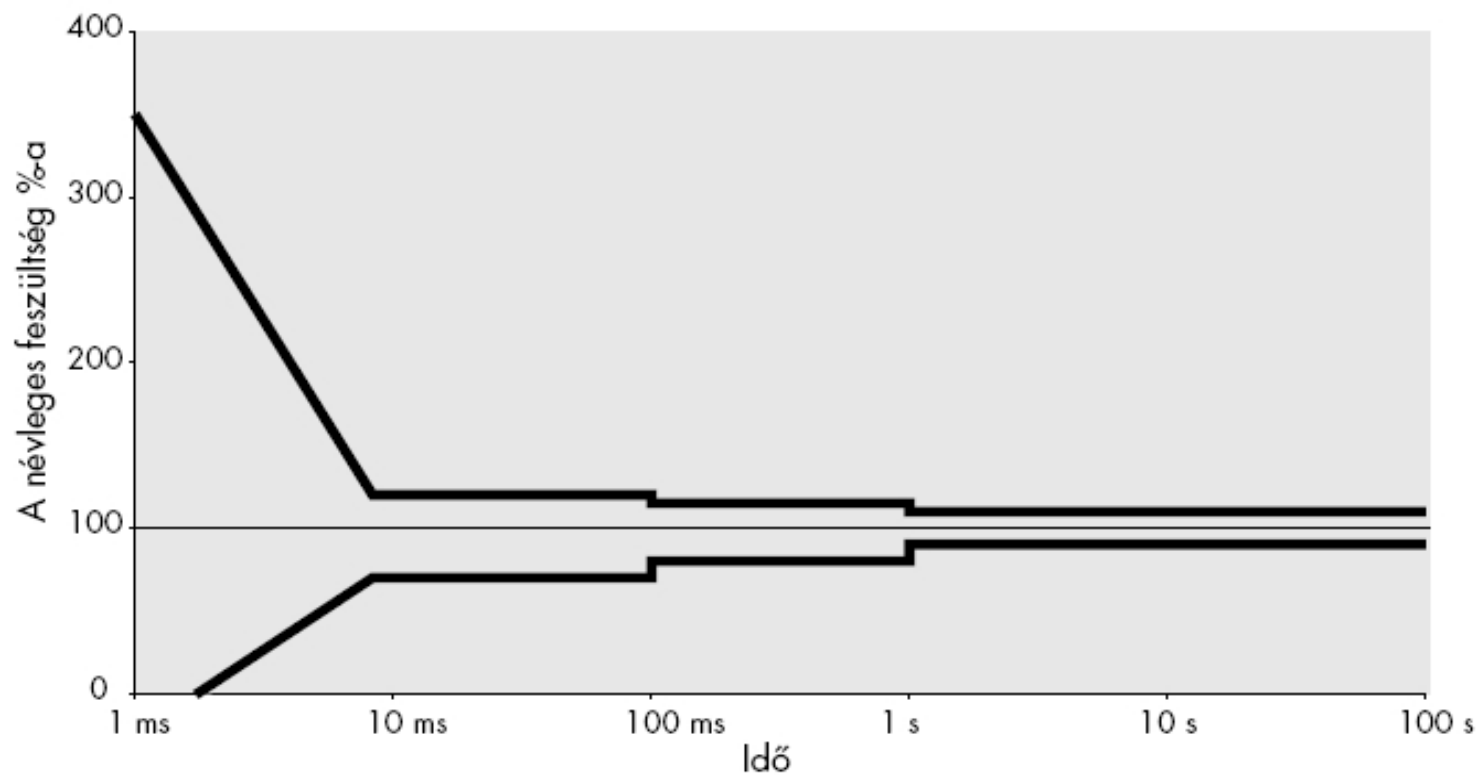


Kiértékelés IT berendezés centrikusan (ITIC)

Information Technology Industry Council



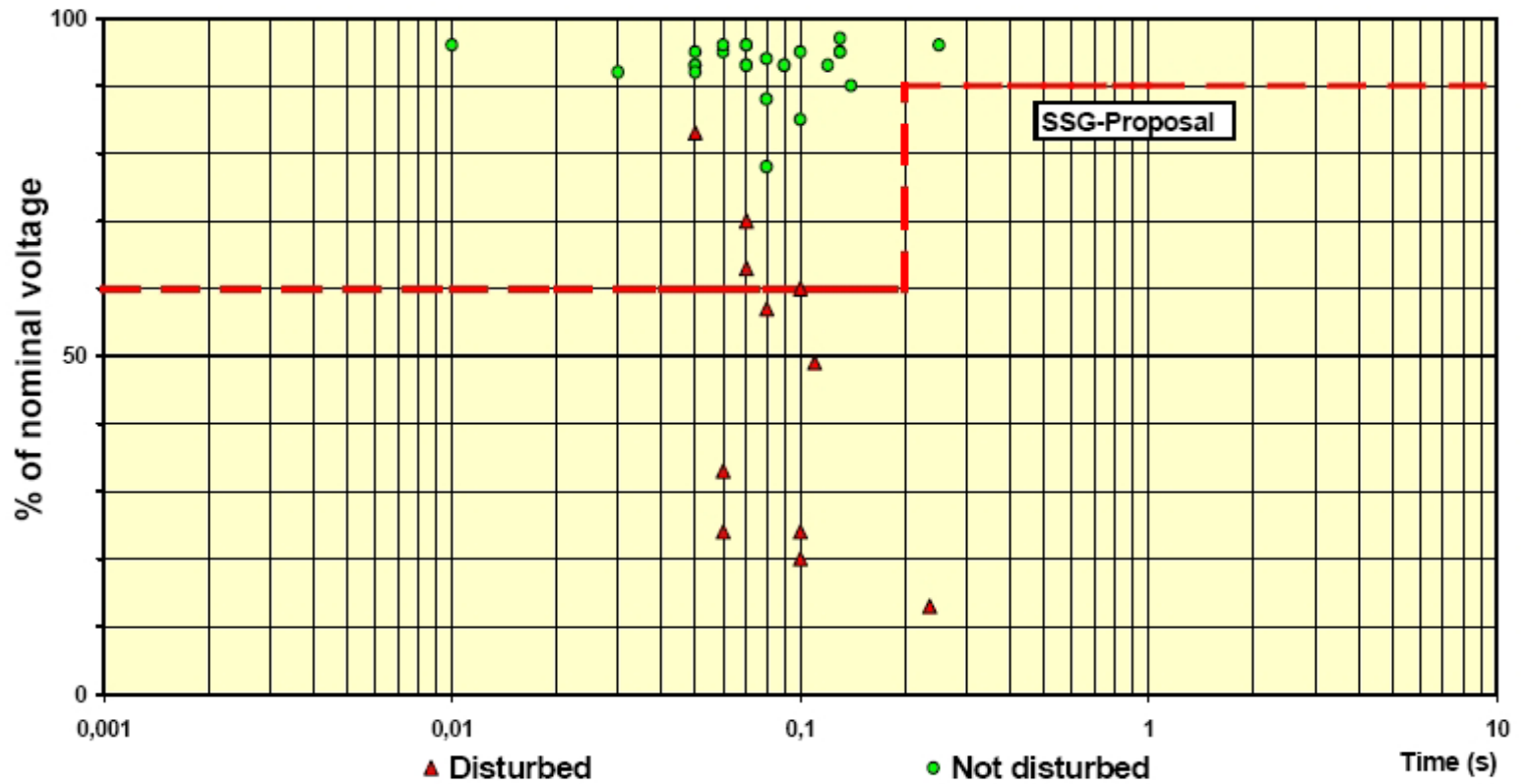
Kiértékelés IT berendezés centrikusan (ANSI) IEEE 446



Kiértékelés (NORMCOMP)

$t \geq$	20ms	100ms	500ms	1 s	3 s	20 s	1 min	3 min
$t <$	100ms	500ms	1 s	3 s	20 s	1 min	3 min	
$0,85 \leq r_{ms} < 0,9$								
$0,7 \leq r_{ms} < 0,85$								
$0,4 \leq r_{ms} < 0,7$								
$0,1 \leq r_{ms} < 0,4$								
$r_{ms} < 0,1$								
$110 < r_{ms} \leq 120$								
$120 < r_{ms} \leq 140$								
$140 < r_{ms} \leq 160$								
$160 < r_{ms} \leq 200$								
$200 < r_{ms}$								

Kiértékelés



Kiértékelés

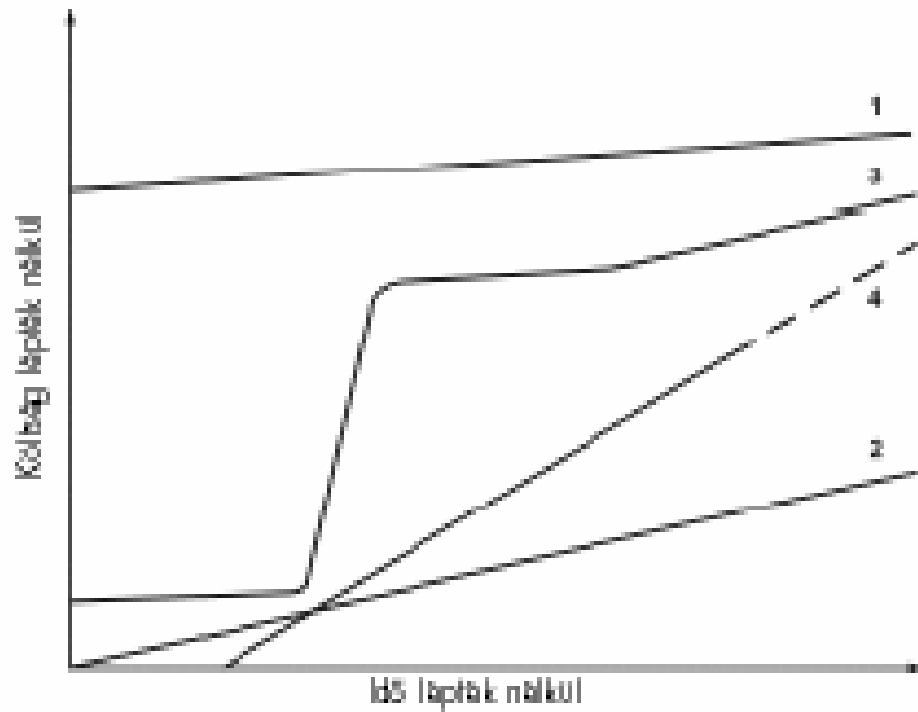
- Időrendi felsorolás

Dátum, Hely, fázis, letörés értéke, letörés időtartama

- Statisztikák készítése különböző rendező elvek szerint

Problémák általában

- 1 Papírgyártás
- 2 Nem romlandó termékek kereskedeleme
- 3 adatbank
- 4 baromfitelep



2. ábra Tipikus költség-idő jellegű görbék

Problémák általában

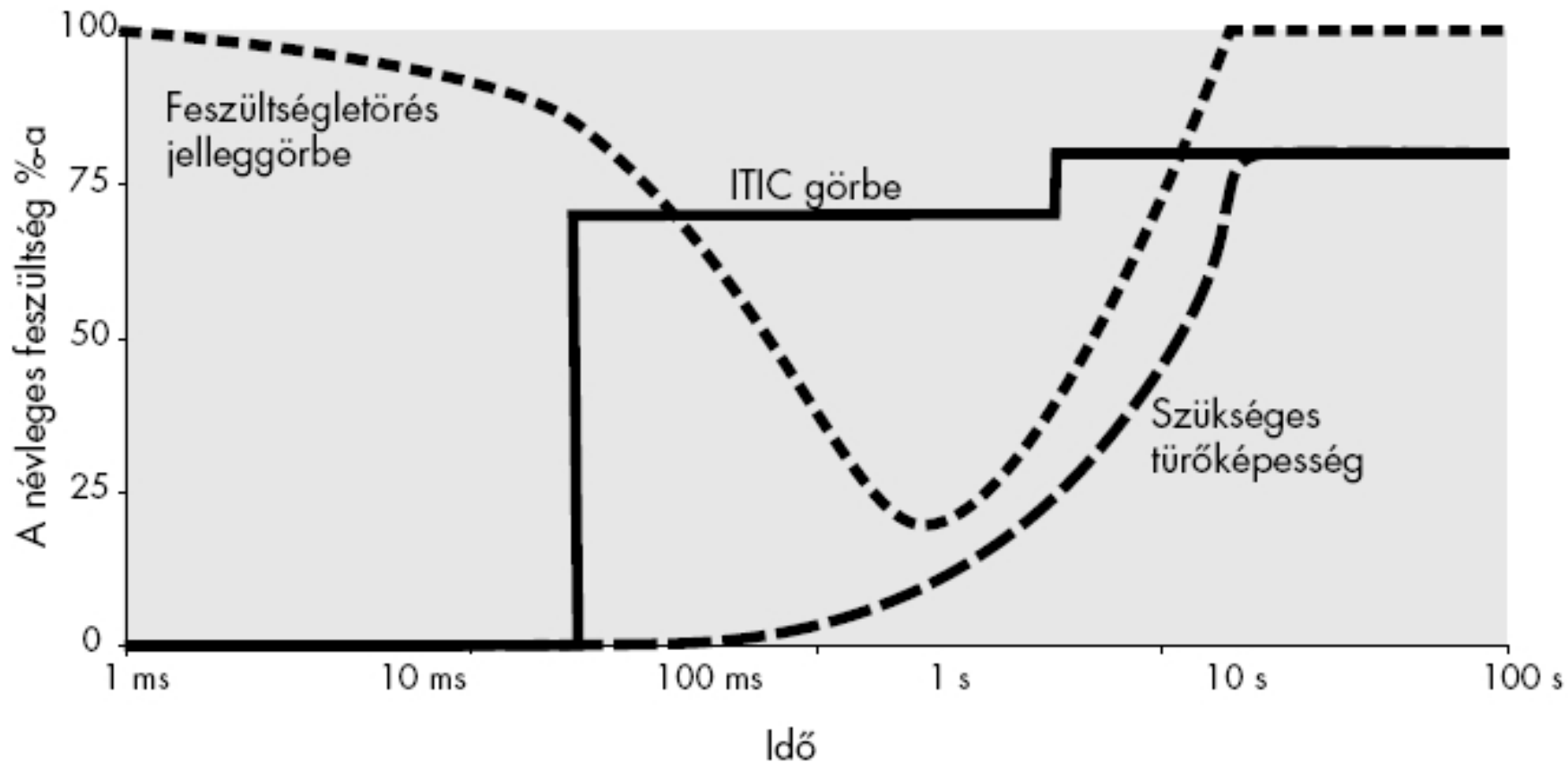
FESZÜLTSG FOLYAMATOSSÁGA

- egészségügyi intézmények, kórházak
- nagy forgalmú létesítmények, előadótermek
- igényes, bonyolult, vagy folyamatos technológiák esetében,
- ha a visszaállási idő hosszú, bármilyen rövid ideig is tart az „áramszünet”.

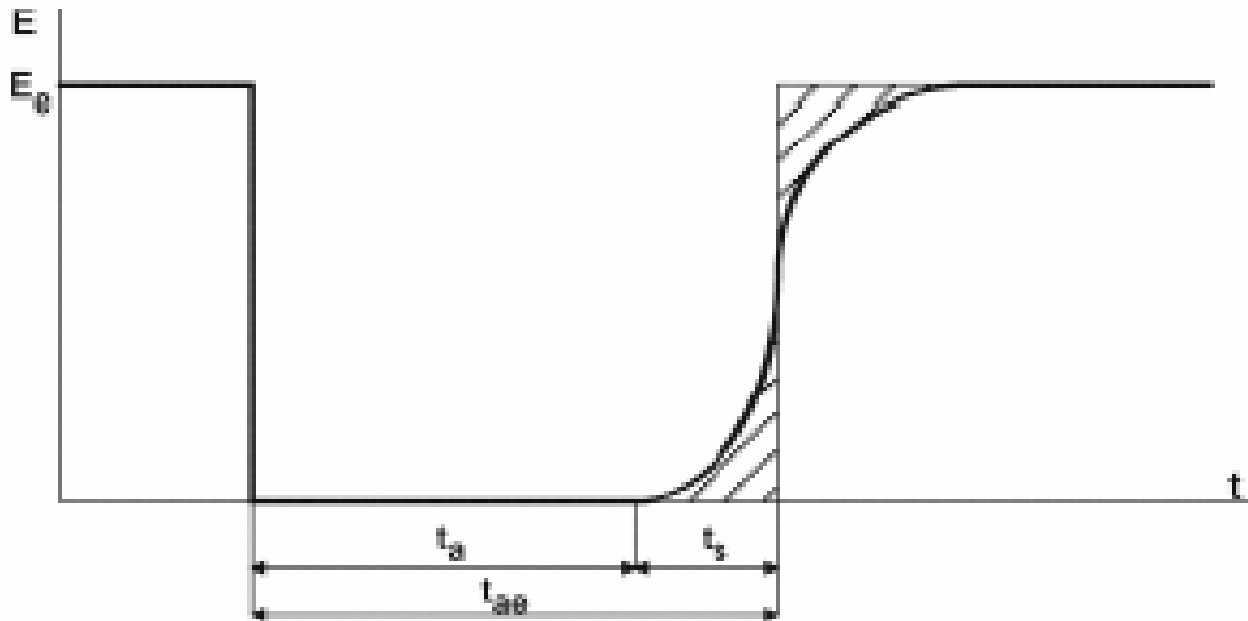
Problémák-fogyasztói típusok

- IT eszközök (Számítógép Folyamatirányítás, PC)
- Folyamatos technológiák
- Egymásra épülő technológiák
- Adatfeldolgozás (részvény, valuta)
- Berendezések
 - Változtatható fordulatszámú hajtások
 - Indukciós motorok
 - Relék, mágneskapcsolók
 - Nátrium lámpák

Fogyasztók érzékenysége-hálózati mérések



Mibe kerül a feszültségletörés

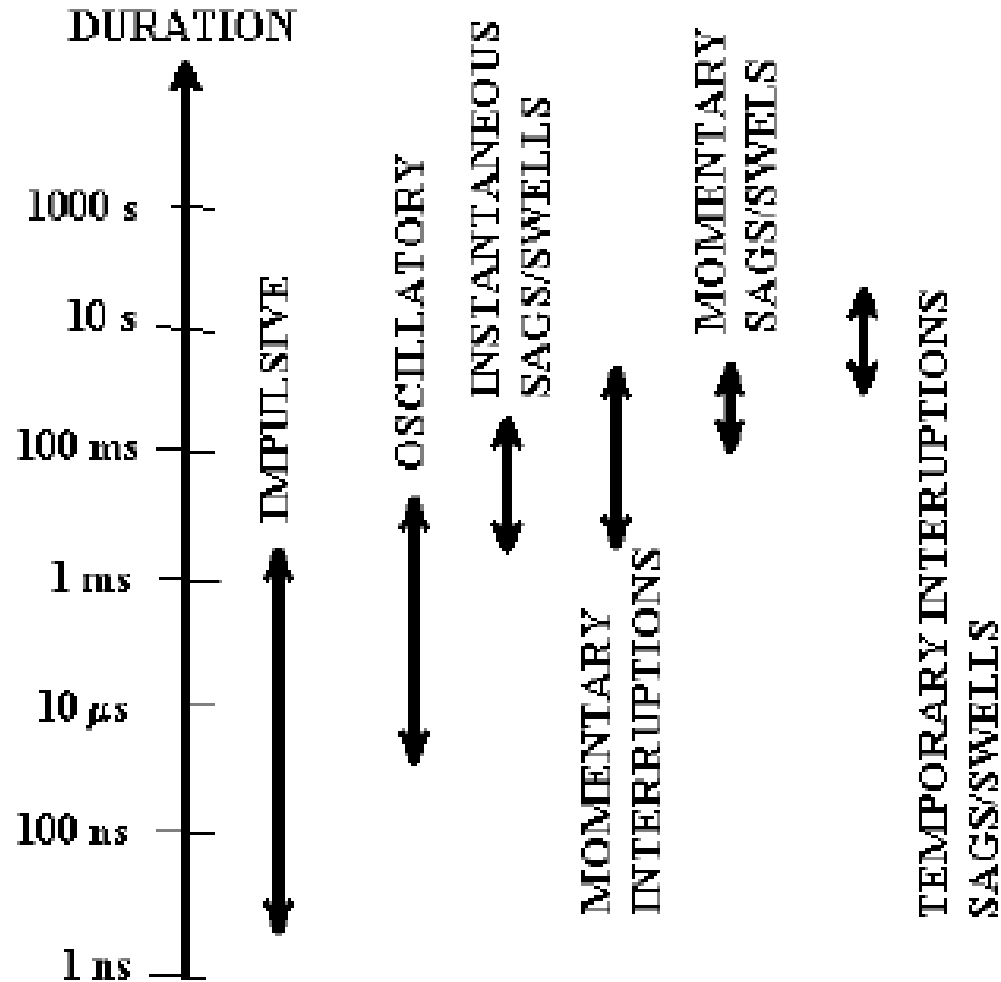


1. ábra A termelési érték időbeli változása a villamosenergia-ellátás kiesése következtében

Mibe kerül a feszültségletörés

Iparág	Tipikus veszteség eseményenként (EUR)
Félvezetőgyártás	3 800 000
Banki pénzforgalom	6 000 000 óránként
Számítógép központ	750 000
Távközlés	30 000 percenként
Acélgyártás	350 000
Üveggyártás	250 000

Feszültségletörés osztályozása



Feszültségletörés osztályozása

DURATION OF SHORT-TERM VOLTAGE VARIATIONS
USING IEEE 1159 (DURATIONS SHOWN IN MILLISEC-
ONDS FOR A 60 HZ SYSTEM)

<i>Type of varia- tion</i>	<i>Category of short duration variation</i>		
	<i>Instantane- ous</i>	<i>Momentary</i>	<i>Temporary</i>
<i>Interruption (ms)</i>		8.33 – 3000	3000- 60000
<i>Sag (ms)</i>	8.33 – 500	500 - 3000	3000- 60000
<i>Swell (ms)</i>	8.33 – 500	500 - 3000	3000- 60000

Feszültségletörés osztályozása

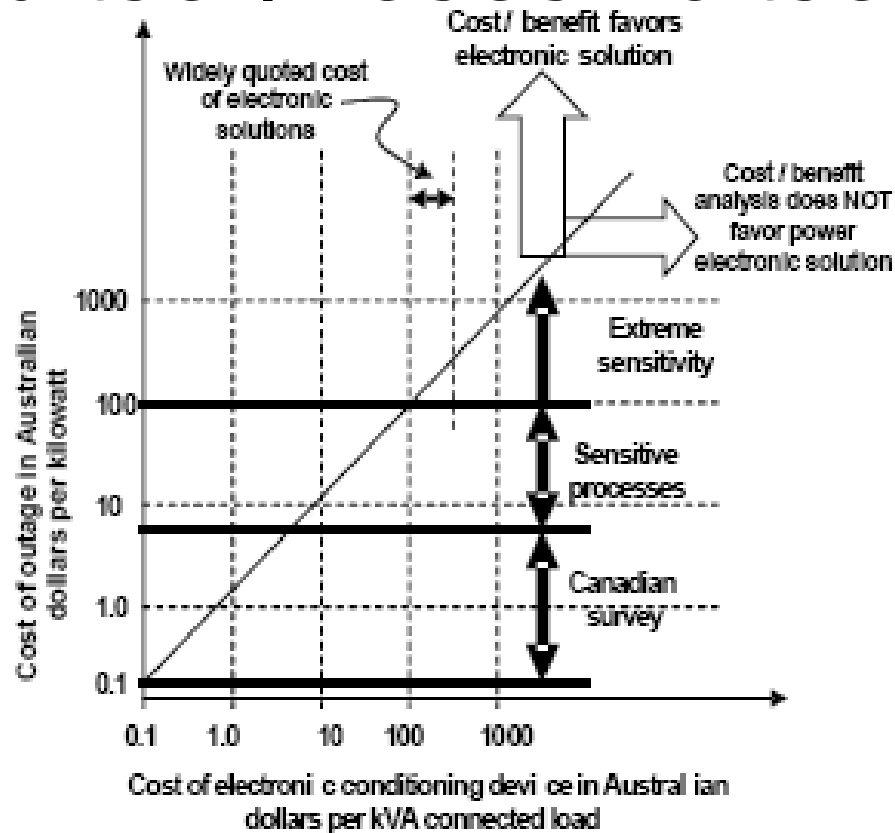
<i>Type of variation</i>	<i>Category of short duration variation</i>		
	<i>Instantaneous</i>	<i>Momentary</i>	<i>Temporary</i>
<i>Interruption (pu)</i>		< 0.1	< 0.1
<i>Sag (pu)</i>	0.1 to 0.9	0.1 to 0.9	0.1 to 0.9
<i>Swell (pu)</i>	1.1 to 1.8	1.1 to 1.4	1.1 to 1.2

Feszültségkiesés költsége

AVERAGE COST OF POWER INTERRUPTION – FROM A
CANADIAN SURVEY [11]

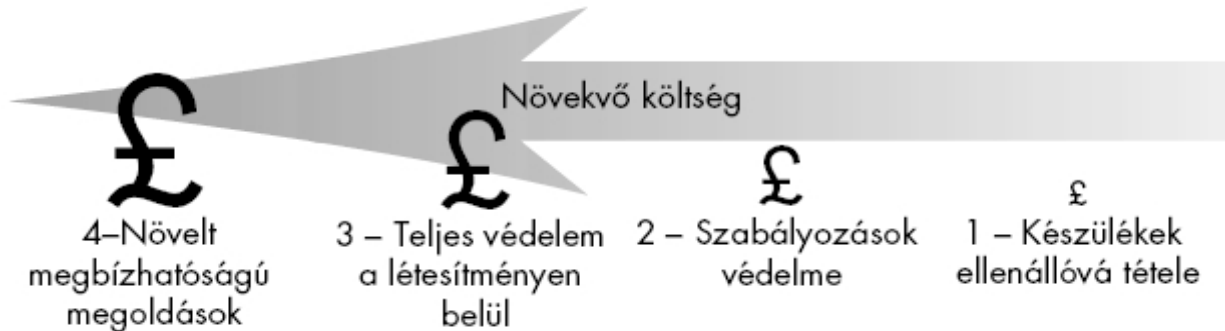
<i>IEEE 1159 class</i>	<i>Average cost (\$AU / kW)</i>
Instantaneous	0.100
Momentary	0.225
Temporary	1.56
Sustained	4.65

Feszültségakiesés költsége



A teljesítményelektronikai alkalmazások megtérülése
Beruházás: 15000-30000Ft/kW

Folyamatos működés költsége



Fogyasztói berendezések vizsgálata

3.2

immunity (to a disturbance)

the ability of a device, equipment or system to perform without degradation in the presence of an electromagnetic disturbance

[IEV 161-01-20]

3.3

voltage dip

a sudden reduction of the voltage at a particular point of an electricity supply system below a specified dip threshold followed by its recovery after a brief interval

NOTE 1 Typically, a dip is associated with the occurrence and termination of a short circuit or other extreme current increase on the system or installations connected to it.

NOTE 2 A voltage dip is a two-dimensional electromagnetic disturbance, the level of which is determined by both voltage and time (duration).

Fogyasztói berendezések vizsgálata

short interruption

a sudden reduction of the voltage on all phases at a particular point of an electric supply system below a specified interruption threshold followed by its restoration after a brief interval

NOTE Short interruptions are typically associated with switchgear operations related to the occurrence and termination of short circuits on the system or on installations connected to it.

Fogyasztói berendezések vizsgálata

Table 1 – Preferred test level and durations for voltage dips

Class ^a	Test level and durations for voltage dips (t_c) (50 Hz/60 Hz)				
Class 1	Case-by-case according to the equipment requirements				
Class 2	0 % during ½ cycle	0 % during 1 cycle	70 % during 25/30 ^c cycles		
Class 3	0 % during ½ cycle	0 % during 1 cycle	40 % during 10/12 ^c cycles	70 % during 25/30 ^c cycles	80 % during 250/300 ^c cycles
Class X ^b	X	X	X	X	X

^a Classes as per IEC 61000-2-4; see Annex B.

^b To be defined by product committee. For equipment connected directly or indirectly to the public network, the levels must not be less severe than Class 2.

^c "25/30 cycles" means "25 cycles for 50 Hz test" and "30 cycles for 60 Hz test".

Fogyasztói berendezések vizsgálata

Table 2 – Preferred test level and durations for short interruptions

Class ^a	Test level and durations for short interruptions (t_g) (50 Hz/60 Hz)
Class 1	Case-by-case according to the equipment requirements
Class 2	0 % during 250/300 ^c cycles
Class 3	0 % during 250/300 ^c cycles
Class X ^b	X

^a Classes as per IEC 61000-2-4; see Annex B.

^b To be defined by product committee. For equipment connected directly or indirectly to the public network, the levels must not be less severe than Class 2.

^c "250/300 cycles" means "250 cycles for 50 Hz test" and "300 cycles for 60 Hz test".

Fogyasztói berendezések vizsgálata

Table 3 – Timing of short-term supply voltage variations

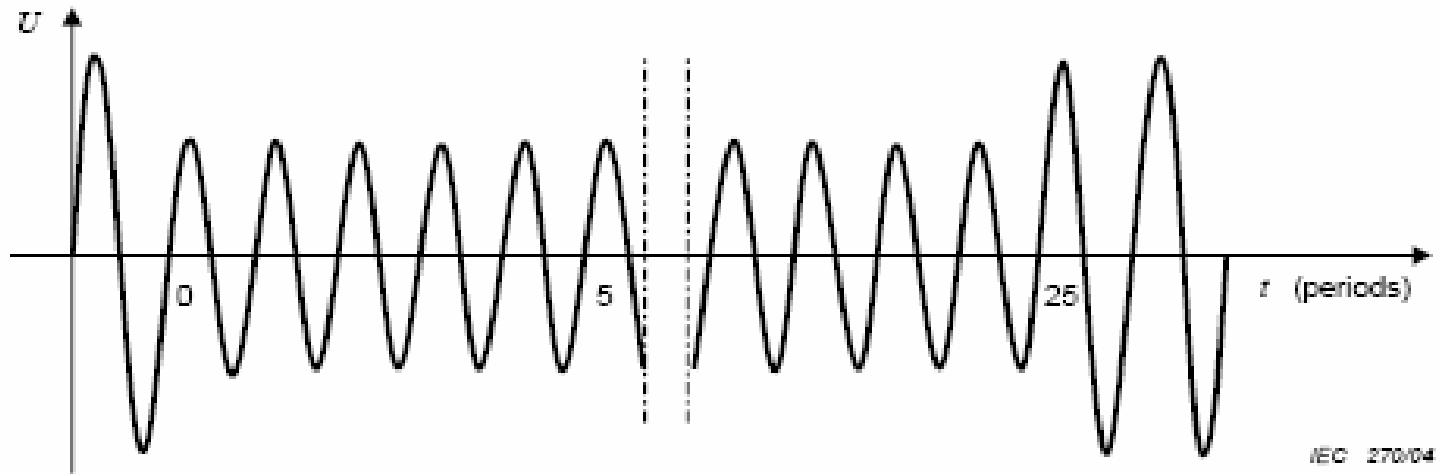
Voltage test level	Time for decreasing voltage (t_d)	Time at reduced voltage (t_c)	Time for increasing voltage (t_i) (50 Hz/60 Hz)
70 %	Abrupt	1 cycle	25/30 ^b cycles
χ^a	χ^a	χ^a	χ^a

^a To be defined by product committee.

^b "25/30 cycles" means "25 cycles for 50 Hz test" and "30 cycles for 60 Hz test".

This shape is the typical shape of a motor starting.

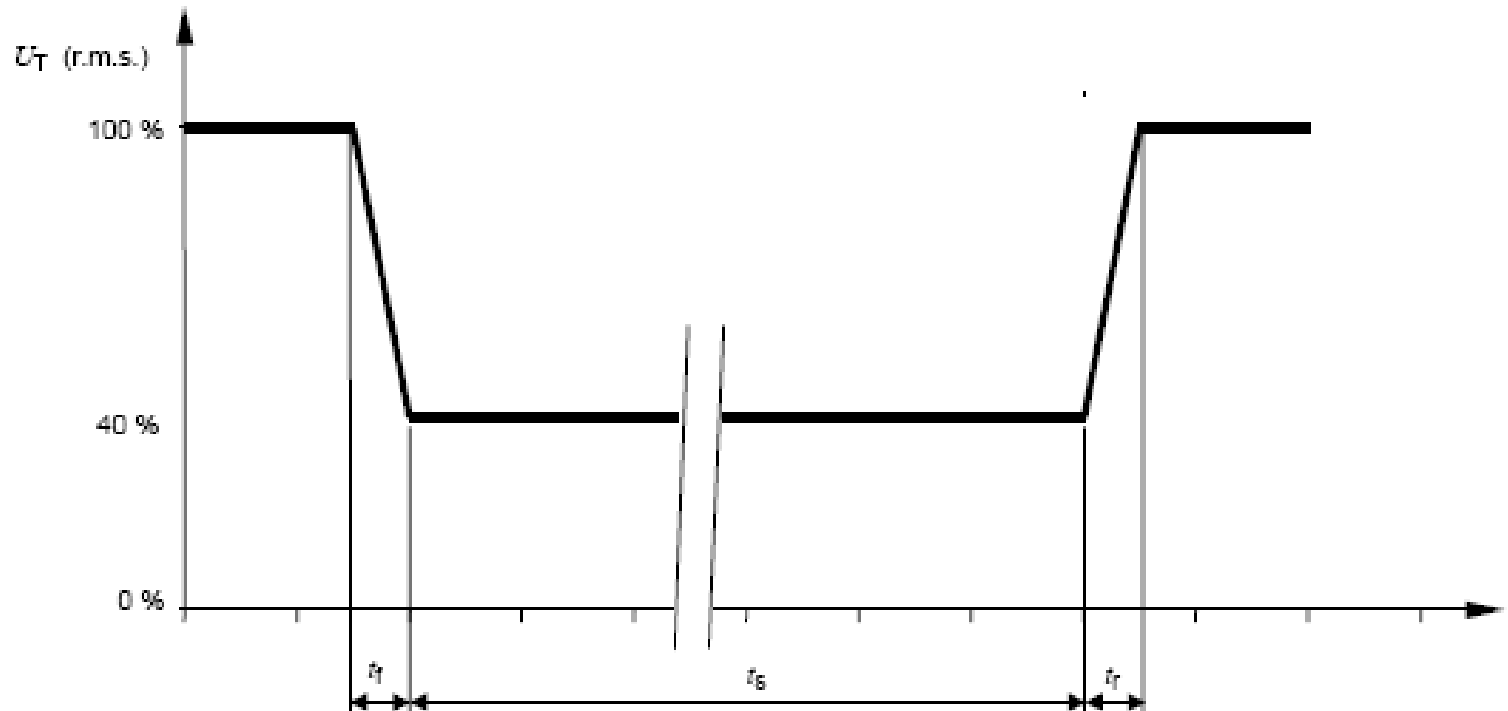
Fogyasztói berendezések vizsgálata



NOTE The voltage decreases to 70 % for 25 periods. Step at zero crossing.

Figure 1a) – Voltage dip – 70 % voltage dip sine wave graph

Fogyasztói berendezések



IEC 271/04

Key

- t_r Voltage rising time
- t_f Voltage fall time
- t_s Time at reduced voltage

Figure 1b) – Voltage dip – 40 % voltage dip r.m.s. graph

Fogyasztói berendezések

Table 4 – Generator specifications

Output voltage at no load	As required in Table 1, $\pm 5\%$ of residual voltage value
Voltage change with load at the output of the generator 100 % output, 0 A to 16 A 80 % output 0 A to 20 A 70 % output, 0 A to 23 A 40 % output, 0 A to 40 A	less than 5 % of U_T less than 5 % of U_T less than 5 % of U_T less than 5 % of U_T
Output current capability	16 A r.m.s. per phase at rated voltage. The generator shall be capable of carrying 20 A at 80 % of rated value for a duration of 5 s. It shall be capable of carrying 23 A at 70 % of rated voltage and 40 A at 40 % of rated voltage for a duration of 3 s. (This requirement may be reduced according to the EUT rated steady-state supply current, see Clause A.3).
Peak inrush current capability (no requirement for voltage variation tests)	Not to be limited by the generator. However, the maximum peak capability of the generator need not exceed 1 000 A for 250 V to 600 V mains, 500 A for 200 V to 240 V mains, or 250 A for 100 V to 120 V mains.
Instantaneous peak overshoot/undershoot of the actual voltage, generator loaded with 100 Ω resistive load	Less than 5 % of U_T
Voltage rise (and fall) time t_r (and t_f), see Figures 1b) and 2, during abrupt change, generator loaded with 100 Ω resistive load	Between 1 μ s and 5 μ s
Phase shifting (if necessary)	0° to 360°
Phase relationship of voltage dips and interruptions with the power frequency	Less than $\pm 10^\circ$
Zero crossing control of the generators	$\pm 10^\circ$

Output impedance shall be predominantly resistive.

The output impedance of the test voltage generator shall be low even during transitions (for example, less than $0,4 + j0,25 \Omega$).

Fogyasztói berendezések vizsgálata

3.2.1 Voltage dips and short interruptions

The EUT shall be tested for each selected combination of test level and duration with a sequence of three dips/interruptions with intervals of 10 s minimum (between each test event). Each representative mode of operation shall be tested.

For voltage dips, changes in supply voltage shall occur at zero crossings of the voltage, and at additional angles considered critical by product committees or individual product specifications preferably selected from 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° and 315° on each phase.

For short interruptions, the angle shall be defined by the product committee as the worst case. In the absence of definition, it is recommended to use 0° for one of the phases.

Fogyasztói berendezések vizsgálata

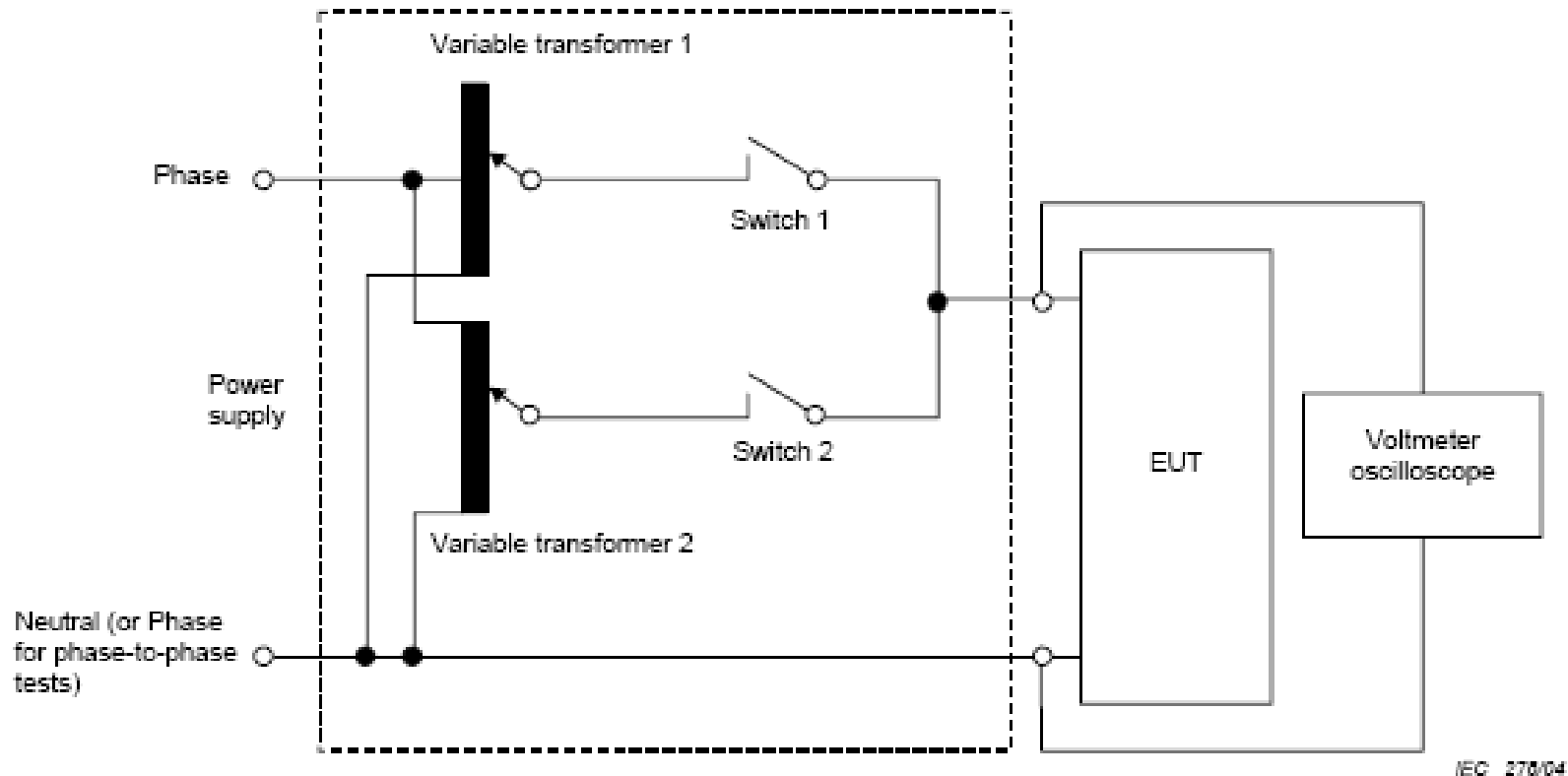
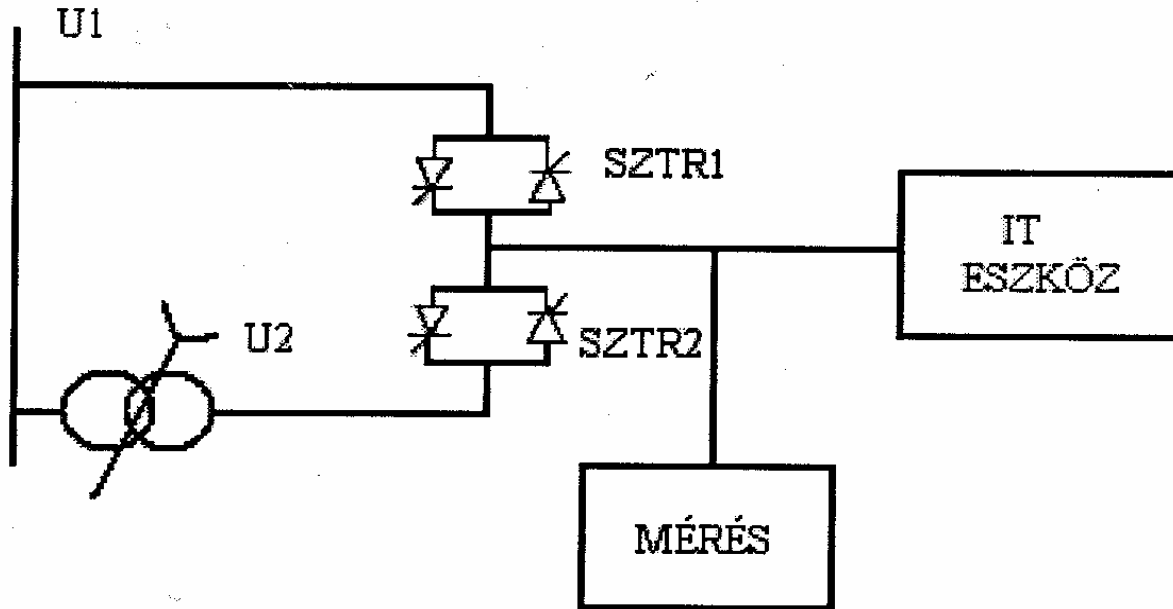
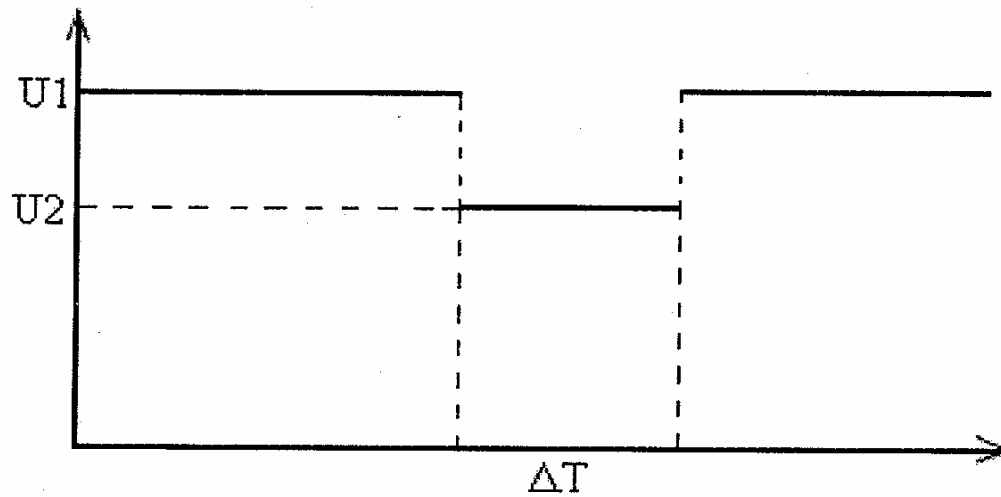


Figure C.1a) – Schematic of test instrumentation for voltage dips, short interruptions and voltage variations using variable transformers and switches

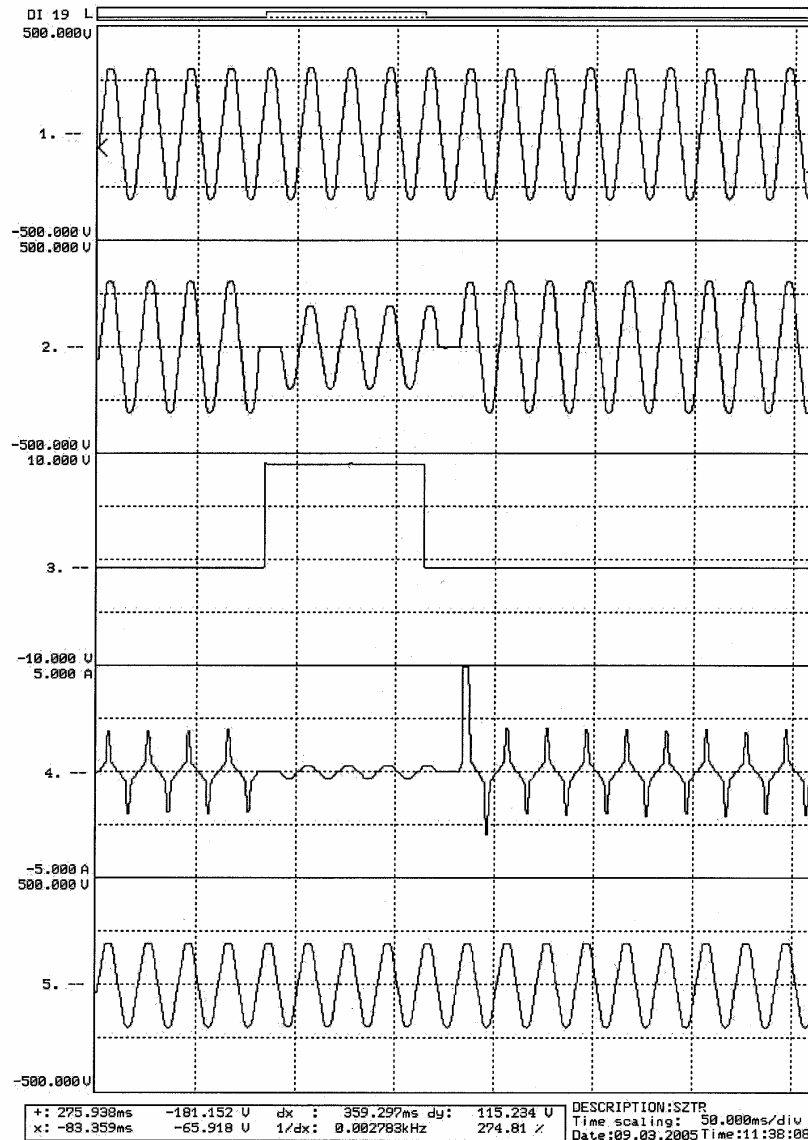
Fogyasztói berendezések vizsgálata



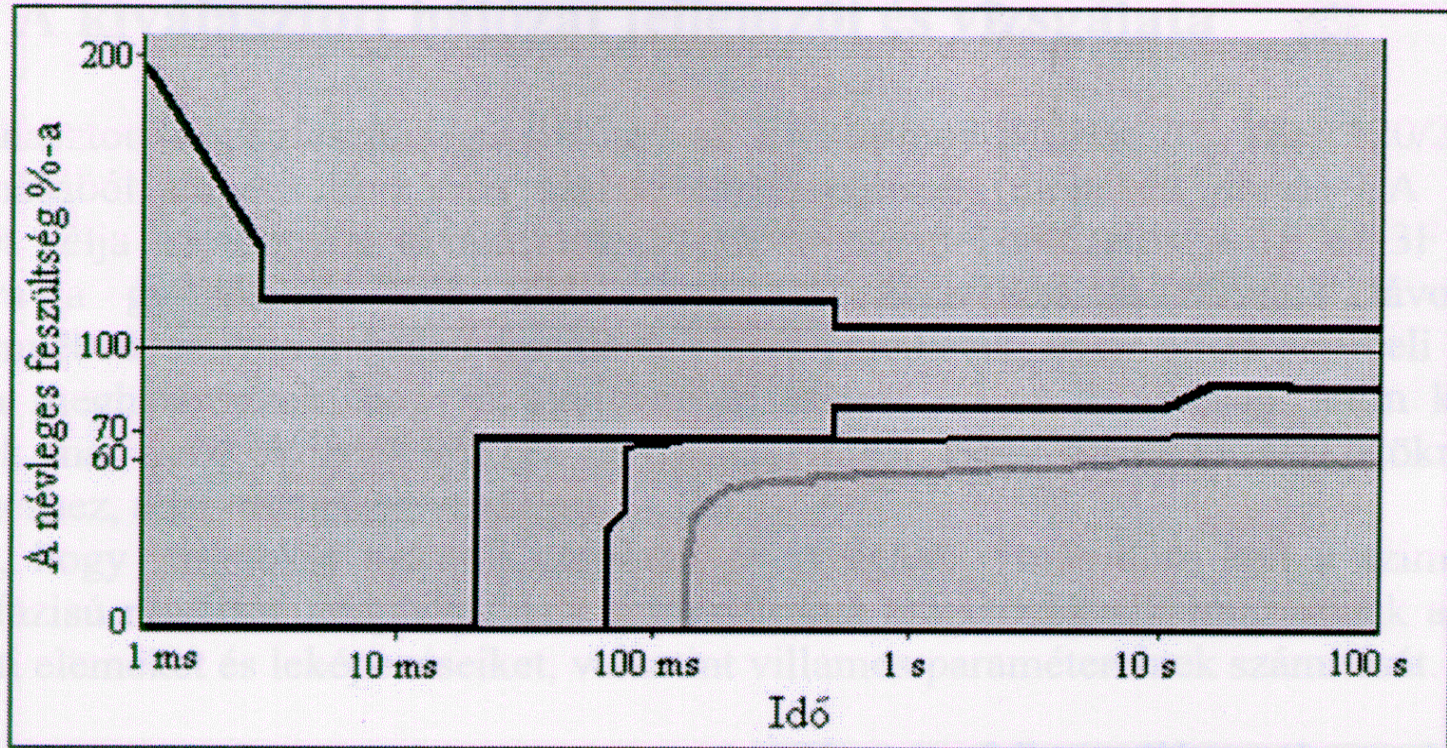
Fogyasztói berendezések vizsgálata



Fogyasztói berendezések vizsgálata



Fogyasztói berendezések vizsgálata

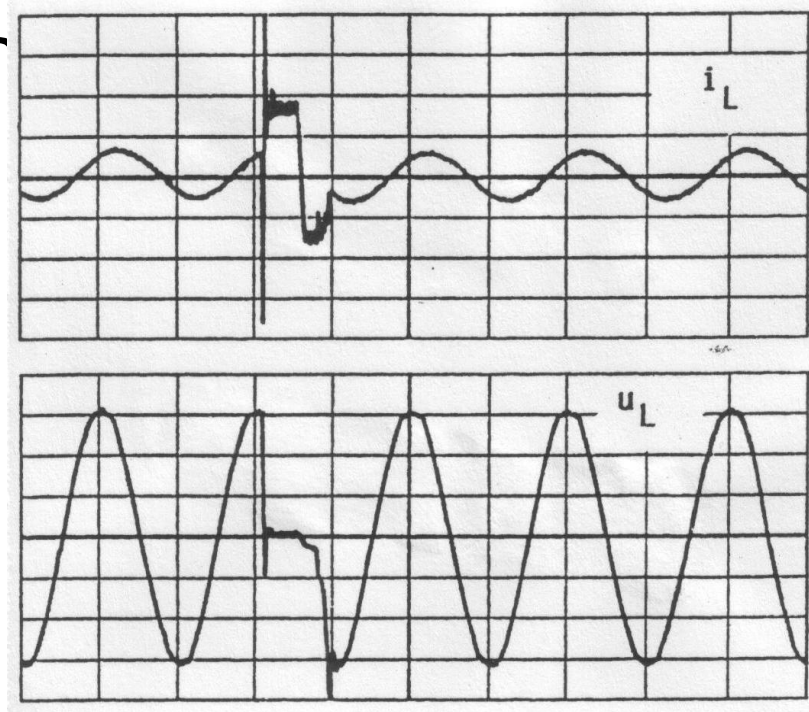
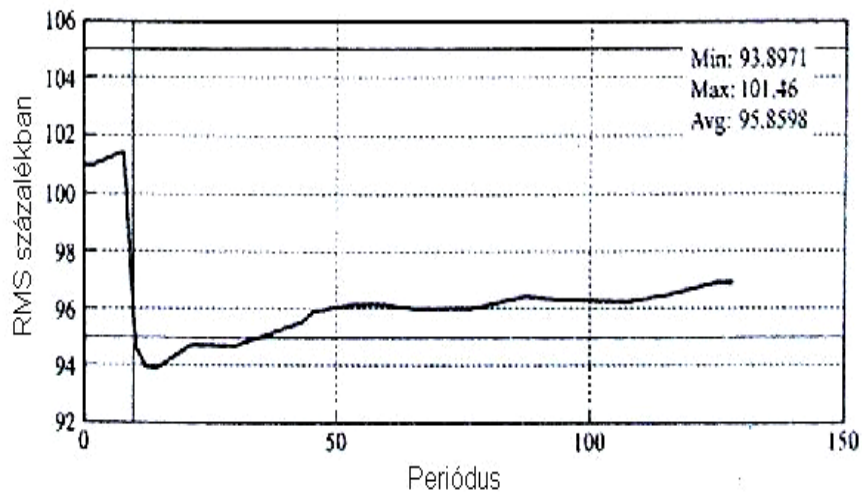


Keletkezés

- Fogyasztó által nem befolyásolható jelenségek
- • rövid idejű feszültségkiesések (a védelmek működésével hárítható)
 - zárlatok
 - szakadások
 - berendezés meghibásodások
- • hosszabb idejű feszültségkiesések
 - ellátási zavarok
- • átmeneti feszültségváltozások

Keletkezés

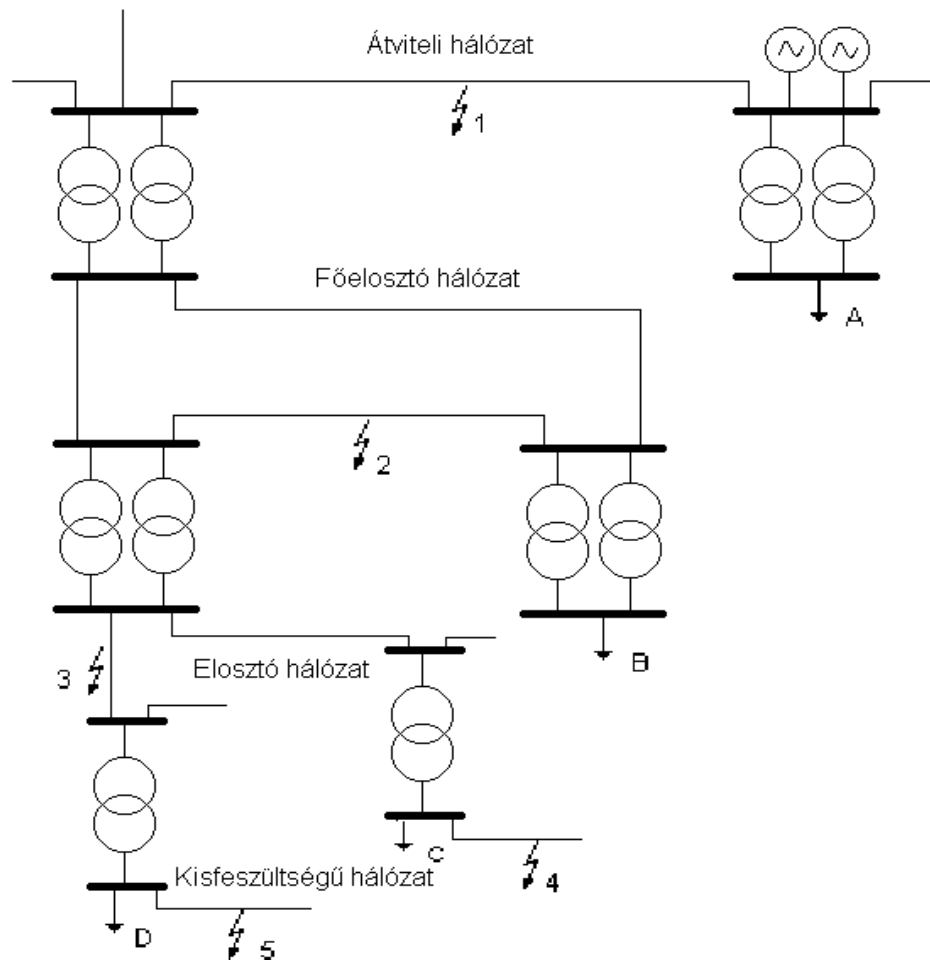
- Fogyasztó által okozott jelenségek
- Biztosító kiolvadás
- Nagy terhelés bekapcsolás



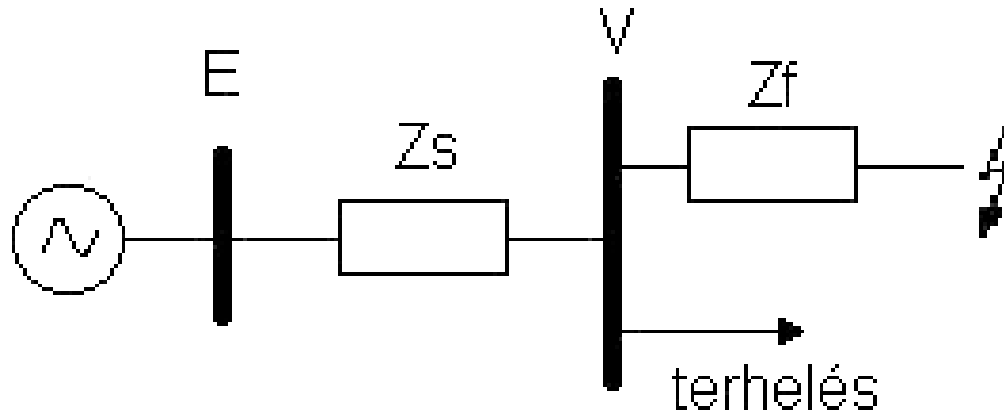
Keletkezés, terjedés

- Hurkolt hálózat
- Sugaras hálózat

Keletkezés, terjedés (hurkolt hálózat)



Keletkezés, terjedés (sugaras hálózat)

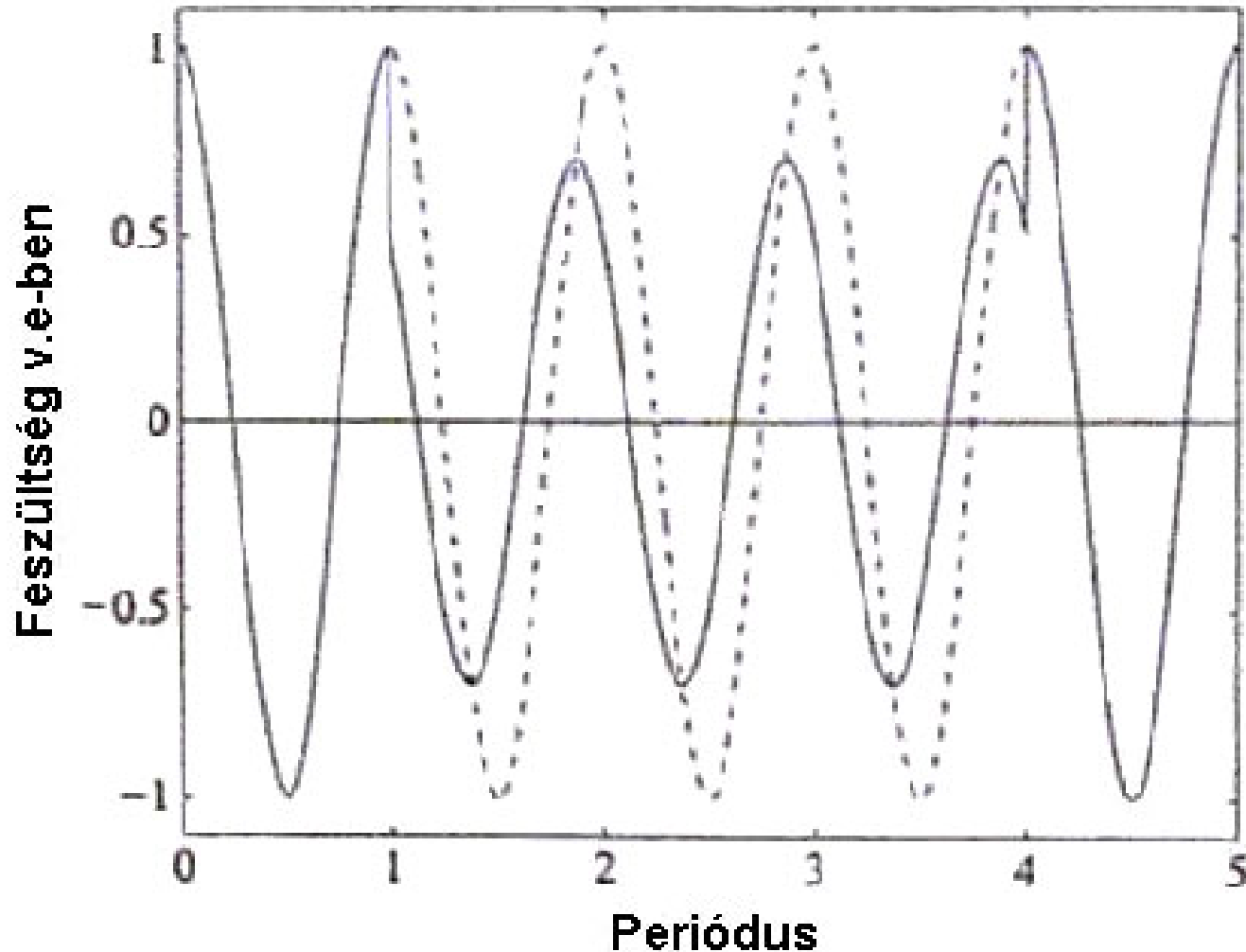


$$V = \frac{Z_f}{Z_s + Z_f} E$$

Keletkezés (fázisszög ugrás)

- $\mathbf{Z_s} = R_s + jX_s$; $\mathbf{Z_f} = R_f + jX_f$
- A fázisszög ugrás értékét a \mathbf{V} komplex feszültség argumentuma adja:
- $\Delta\varphi = \arg(\mathbf{V}) = \arctan(X_f/R_f) - \arctan[(X_s + X_f)/(R_s + R_f)]$

Keletkezés (fázisszög ugrás)

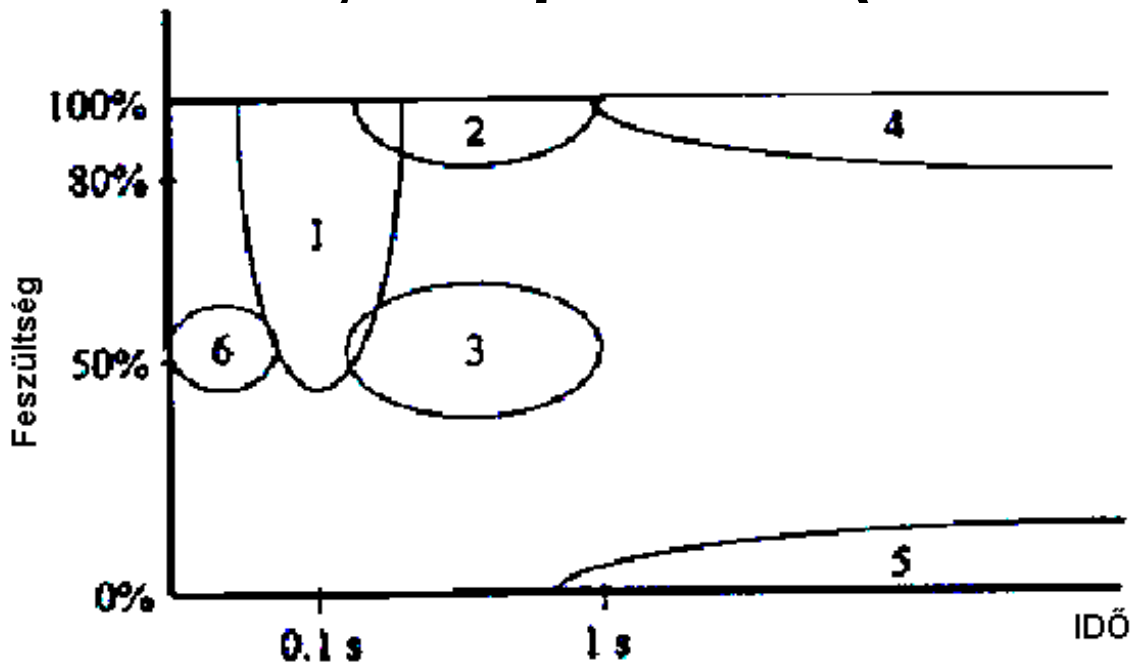


Keletkezés, terjedés (időtartam)

Néhány tipikus zárlathárítási idő különféle védelmi berendezések esetén:

- Áramkorlátozó biztosítók: kevesebb, mint egy periódus
- Kifúvó - biztosítók: 10-1000 ms
- Távolsági védelmek gyors működésű megszakítóval: 50-100 ms
- Távolsági védelmek első fokozat: 100-200 ms
- Távolsági védelmek második fokozat: 200-500 ms
- Differenciál védelmek: 100-300 ms

Keletkezés, terjedés (időtartam,



- 1. Átviteli hálózati zárlat
- 2. Távoli elosztó hálózati zárlat
- 3. Helyi elosztó hálózati zárlat
- 4. Nagy motorok indítása
- 5. Rövid idejű kimaradások
- 6. Biztosítók

Feszültség letörés hatás csökkentés

- A zárlatok számának mérséklése
- A zárlathárítási idő csökkentése
- A rendszer megváltoztatása oly módon, hogy a zárlatok kevesebb durva hibát okozzanak a berendezésekben
- Letörést csökkentő eszköz beiktatása az érzékeny fogyasztók elé
- A berendezések zavartűrő képességének javítása

Feszültség letörés hatás csökkentés

- ● a hálózati hibák számának csökkentése
 - ○ távvezetékek földkábelekre történő cseréje – megelőzhetők az időjárásból és egyéb külső okokból származó hibák
 - ○ szigetelt távvezetékek építése
 - ○ távvezeték nyomvonalak megfelelő karbantartása (belógó ágak levágása)
 - ○ védővezetők alkalmazása
 - ○ szigetelési szint növelése
 - ○ felülvizsgálatok és karbantartások gyakoriságának növelése

Feszültség letörés hatás csökkentés

- a hibahárítási idő csökkentése
- ○ korszerű, gyors megszakítók alkalmazása a visszkapcsoló automatikákban
- ○ időlépcsőzött túláramvédelmek alkalmazása
- ○ gyors fedővédelmek alkalmazása
-
- • a hálózat megváltoztatása, hogy a hibáknak ne legyenek olyan súlyos következményei a fogvasztói pontokon

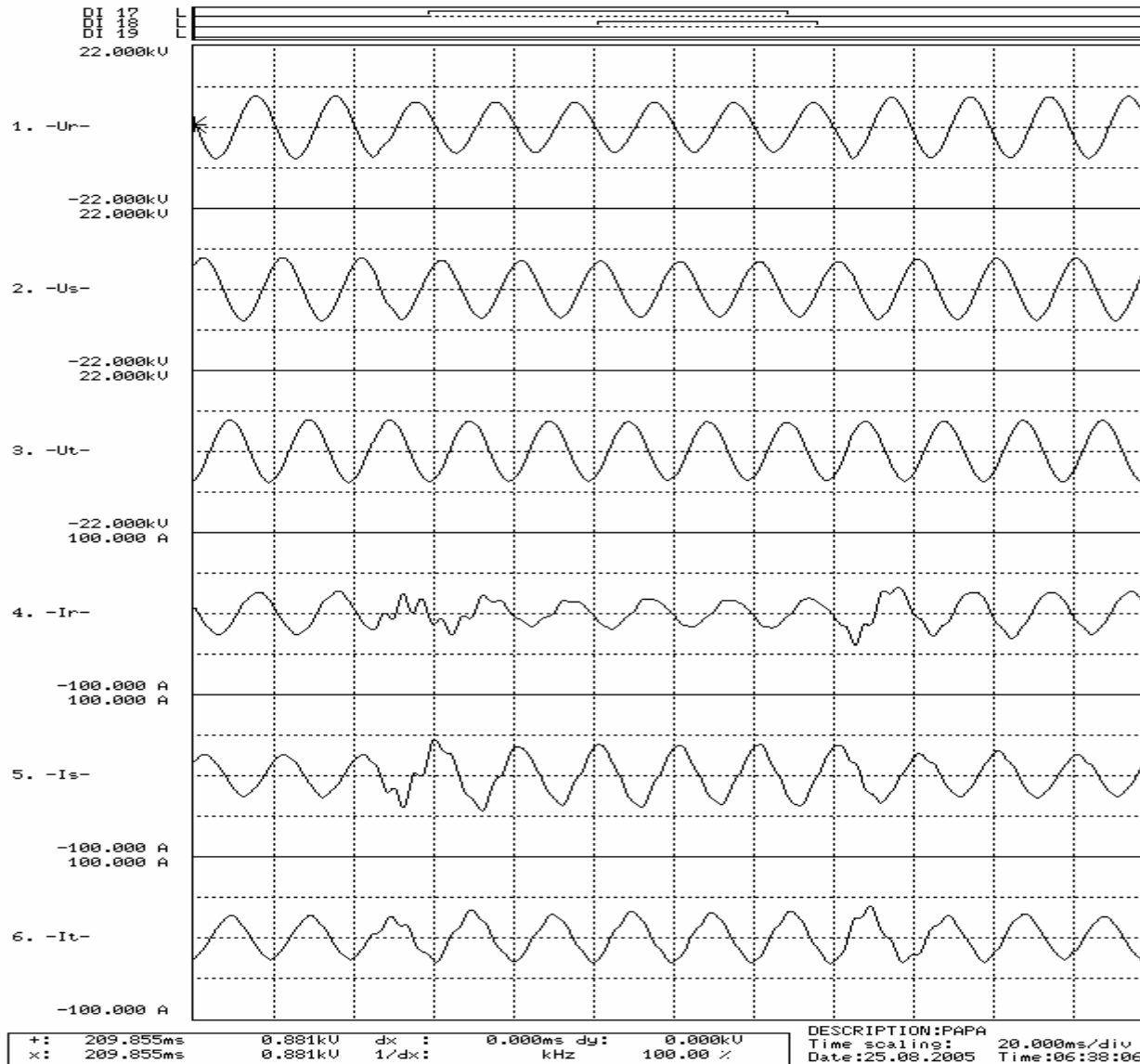
Feszültség letörés hatás csökkentés

- gyűjtősínek és alállomások felosztása, hogy kevesebb tápvonal tartozzon egy körzetbe
- ○ áramkorlátozó fojtók telepítése a szükséges helyekre a villamos távolság növelése érdekében
- ○ az érzékeny fogyasztók gyűjtősínjeinek táplálása több alállomásról
-

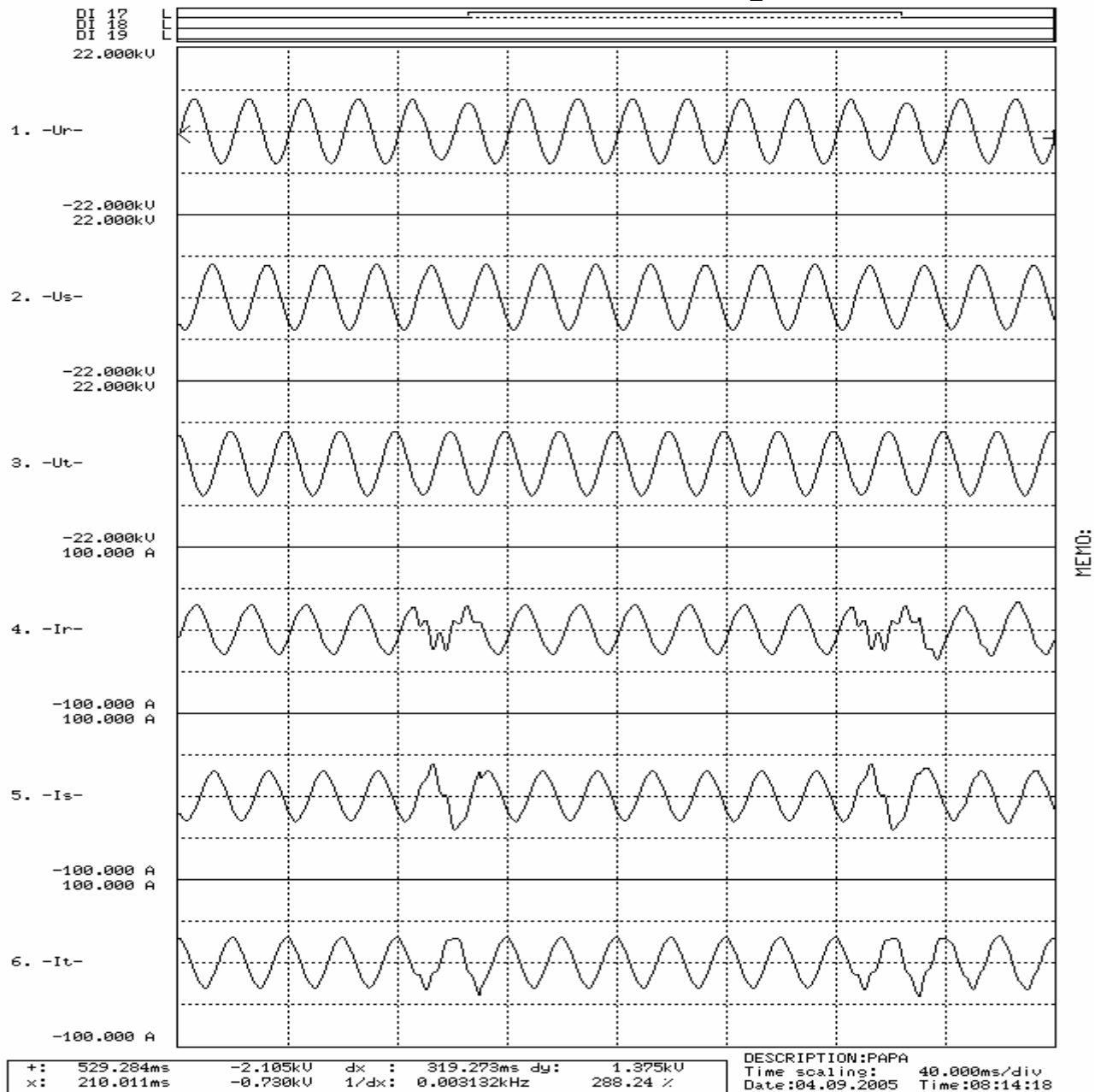
Feszültség letörés hatás csökkentés

- áthidaló berendezések telepítése a fogyasztókhoz
- ○ automatikus feszültségstabilizátorok
- ○ dinamikus feszültség szabályozók
-
- • a fogyasztói berendezések érzékenységének csökkentése
- ○ belső DC sínen a kapacitás növelése
- ○ korszerű DC/DC konverterek alkalmazása

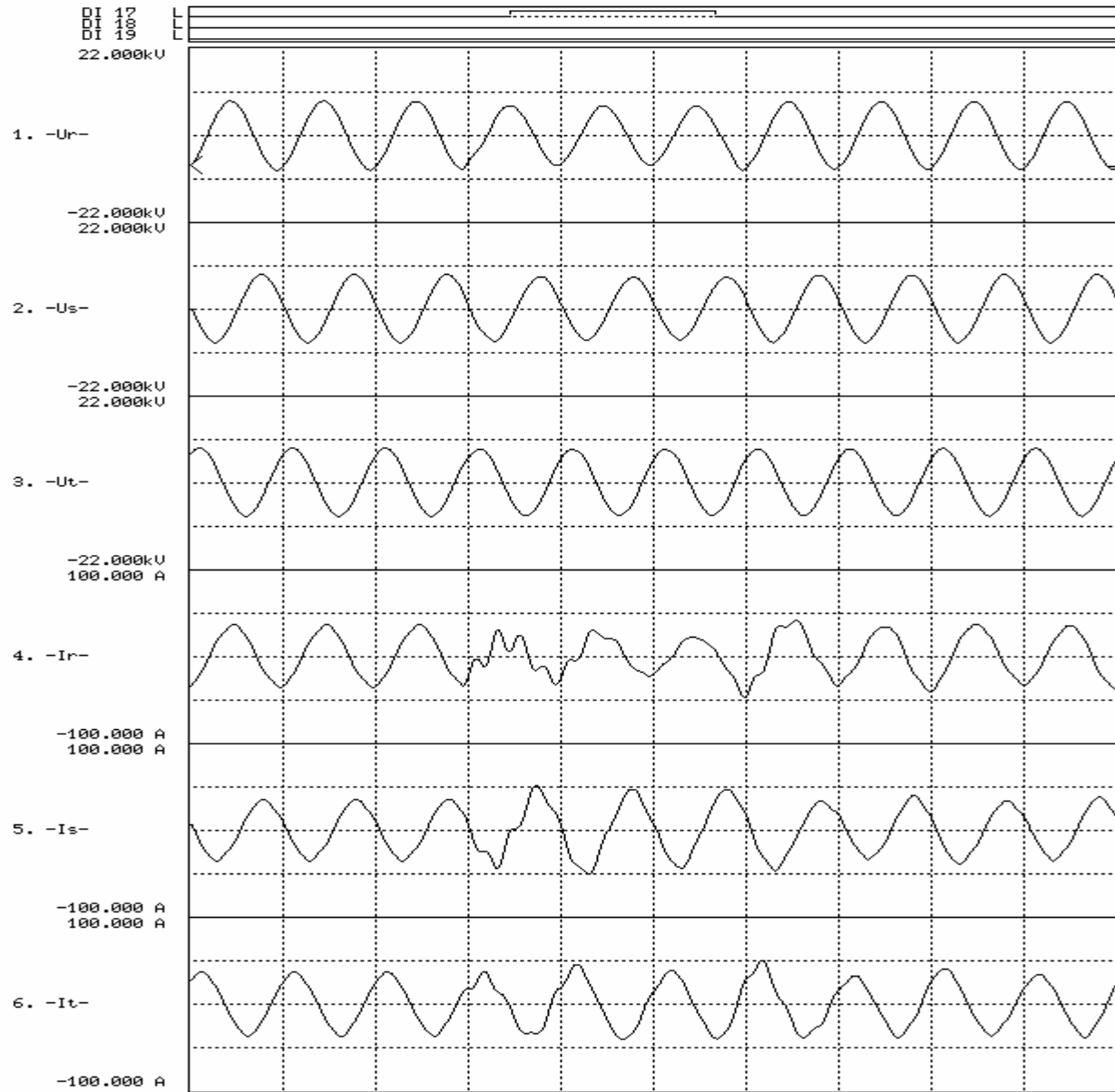
Meresi eredmenyek



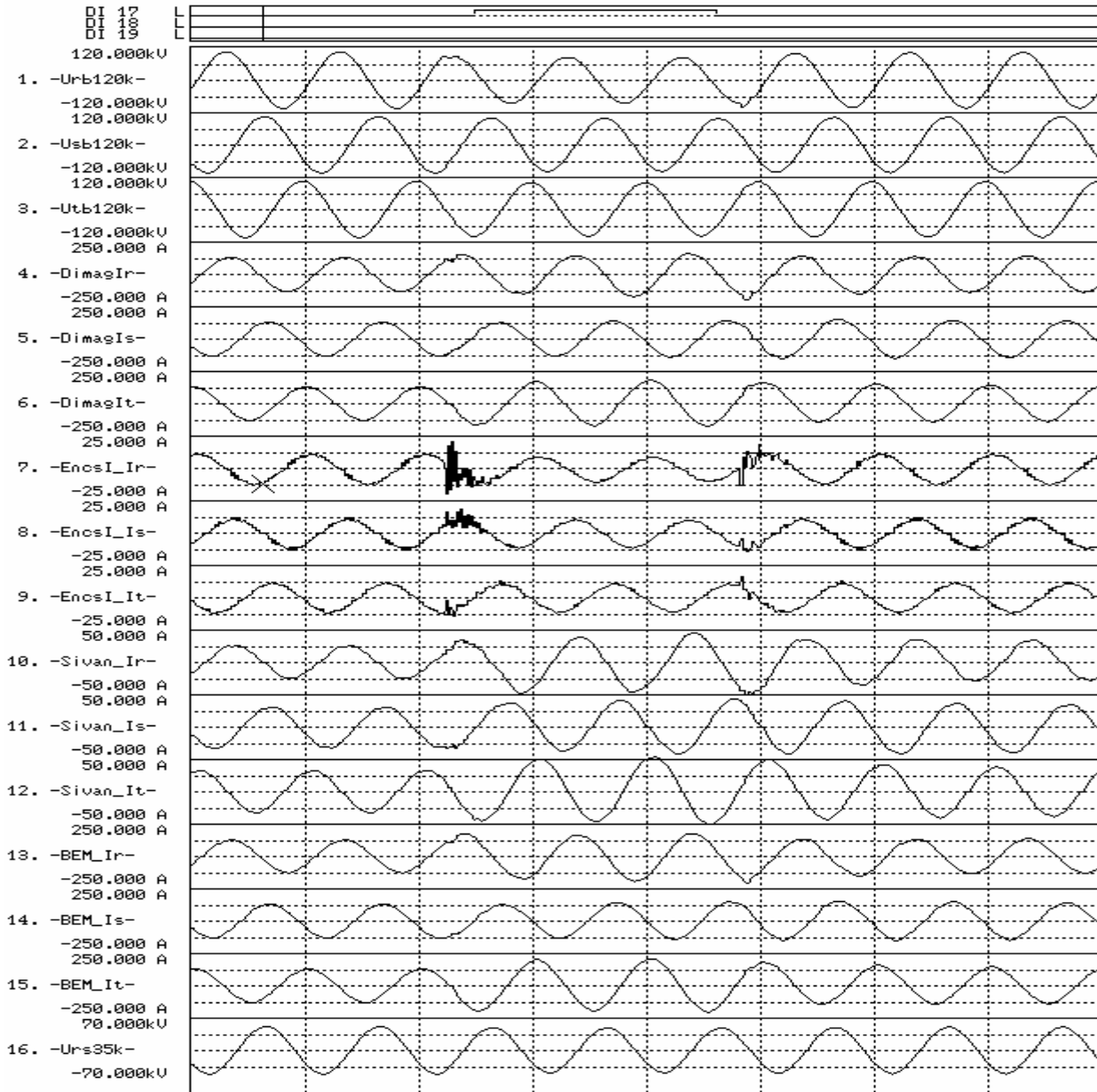
Mérés eredmények



Mérési eredmények



Meresti eredmenyek



MEMO:

+	270.773ms	12.695 A	dx :	87.160ms	dy:	25.293 A
x:	183.613ms	-12.598 A	1/dx:	0.011473kHz		99.23 %

DESCRIPTION:Fzsb
Time scaling: 20.000ms/div
Date:2005.06.16 Time:11:18:28

Döntésselőkészítés

A technológiai igények felmérése:

- Teljesítmény és tárolt energia
- Áttérési idő
- Az ellátás időtartama

A szükség-ellátási megoldás kiválasztása:

- A technológia igénye
- A beruházási és üzemeltetési költségek
 - **hatásfok**
 - **karbantartás**
 - **hálózati visszahatás**
 - **megtérülés**

Szükség-ellátási megoldások és fő jellemzőik

Típus	Teljesítmény	Áttérési idő	Beruházási költs.
Két független betáplálás	Végtelen	Nagyon rövid	Nagyon nagy
Motor-generátor egység	Gyakorlatilag végtelen	Rövid – hosszabb	Közepes – nagy
Soros feszültségszabályozó	Igény szerint	Nagyon rövid	Kicsi
Őszünetmentes energiaellátás (UPS)	Közepes	Nagyon rövid	Közepes – nagy
Nagynyomású levegő energiatároló	Kicsi – közepes	Nagyon rövid	Közepes – nagy
Szupravezető mágneses en.tároló	Közepes	Nagyon rövid	Nagy
Szuperkondenzátor	Kicsi-közepes	Nagyon rövid	Nagy
Lendkerekes energiatároló	Kicsi-közepes	Nagyon rövid	Közepes

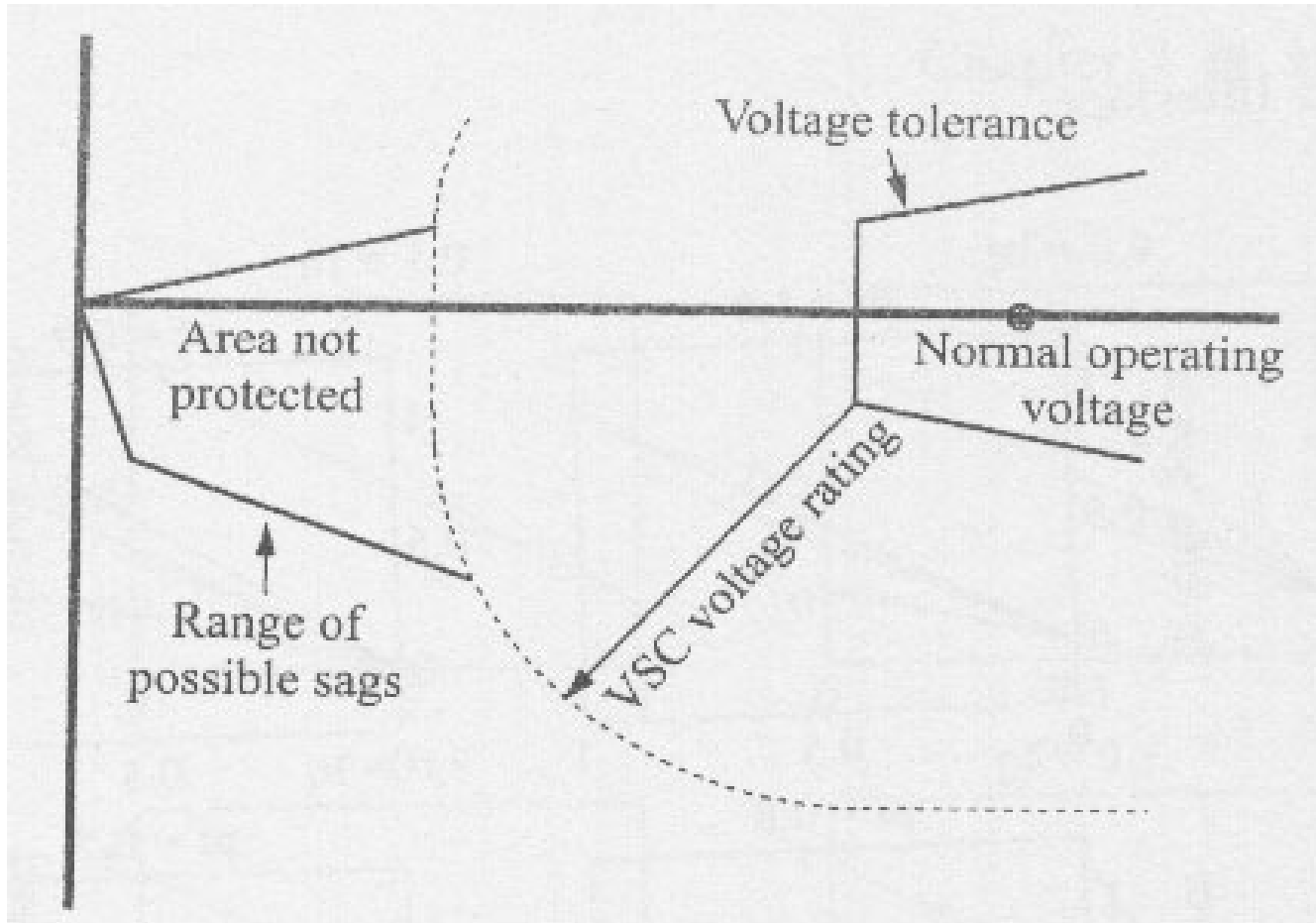
Események-Megoldások

Események:

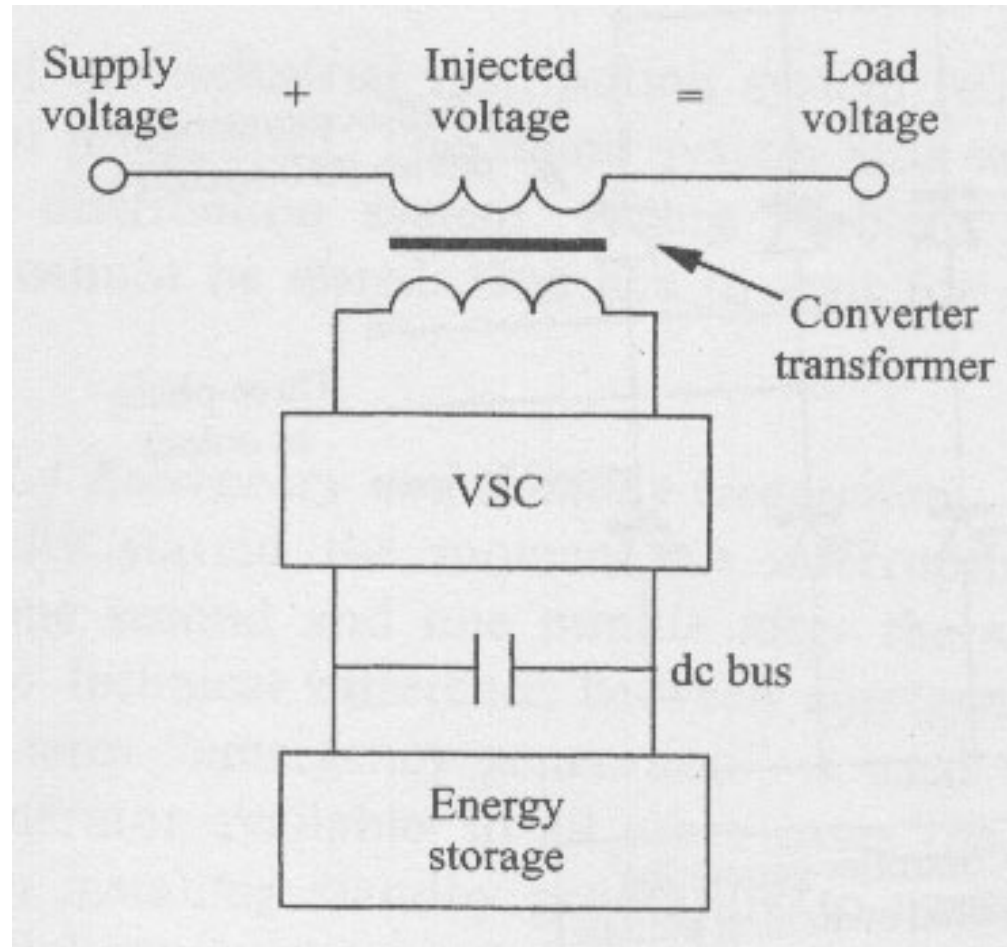
- Rövid idejű feszültségletörés
- Rövid idejű feszültségemelkedés
- Gyors/lassú feszültségváltozás

**Megoldás: hálózatról táplált soros
feszültség szabályozó, vagy szünetmentes
táp**

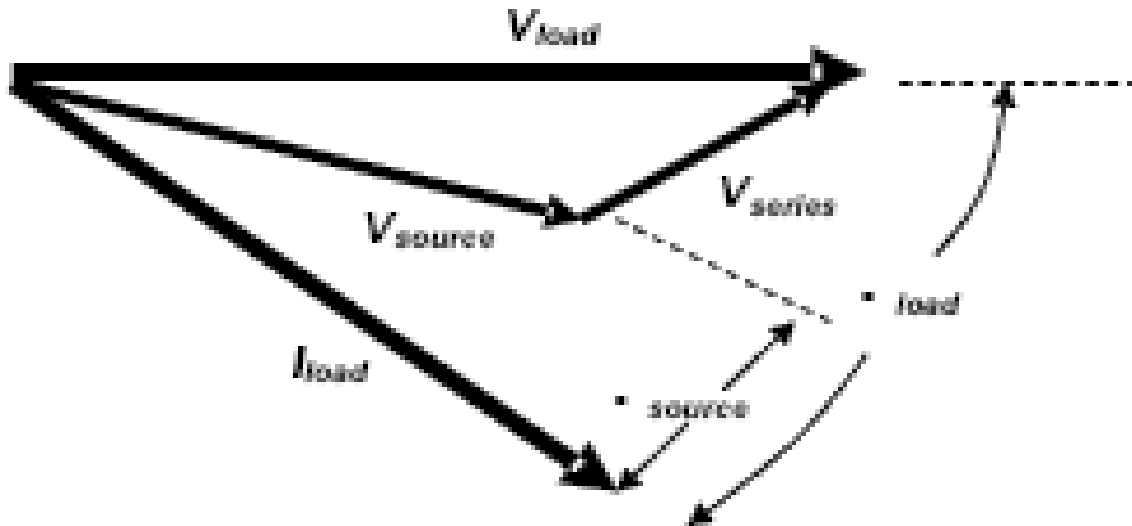
Feszültségletörés (emelkedés) kompenzálás



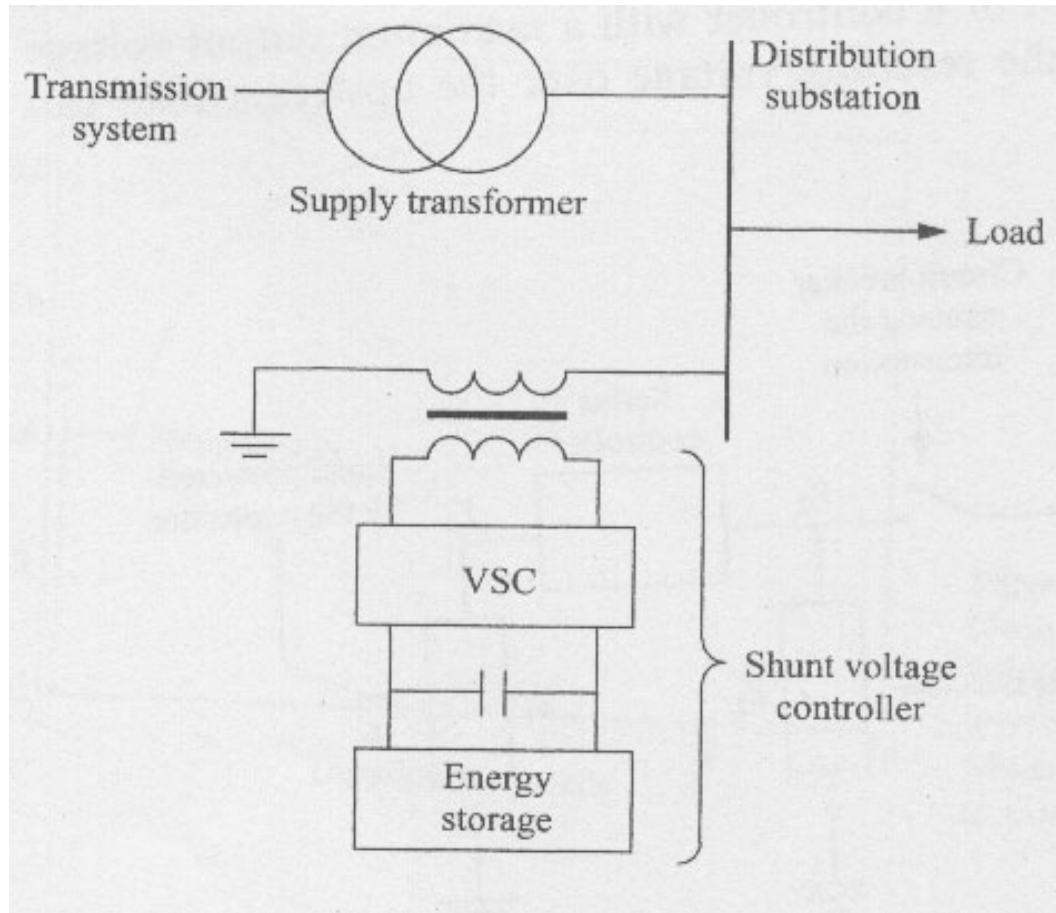
Soros feszültség szabályozó



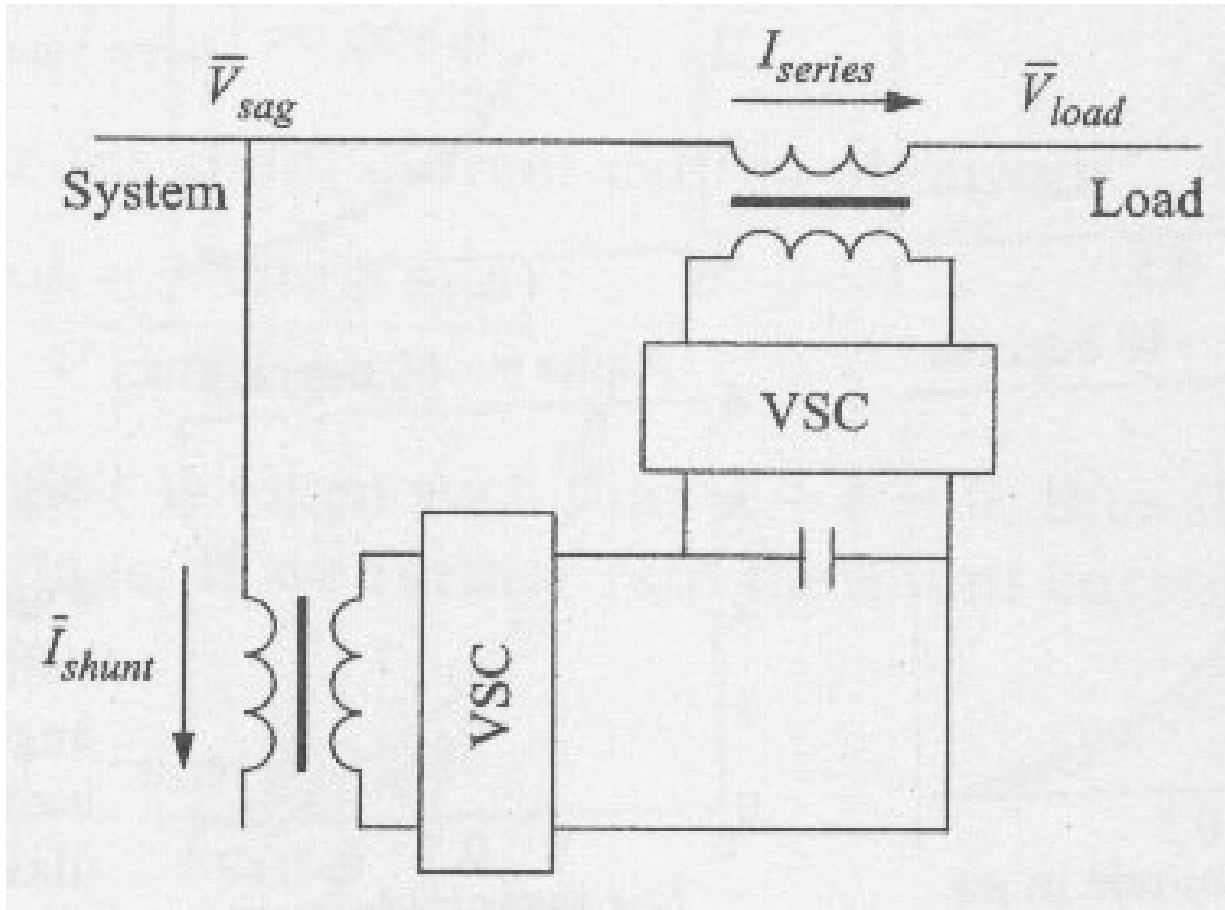
Soros feszültség szabályozó



Sönt feszültség szabályozó



Soros és sönt feszültségszabályozó



Események-Megoldások

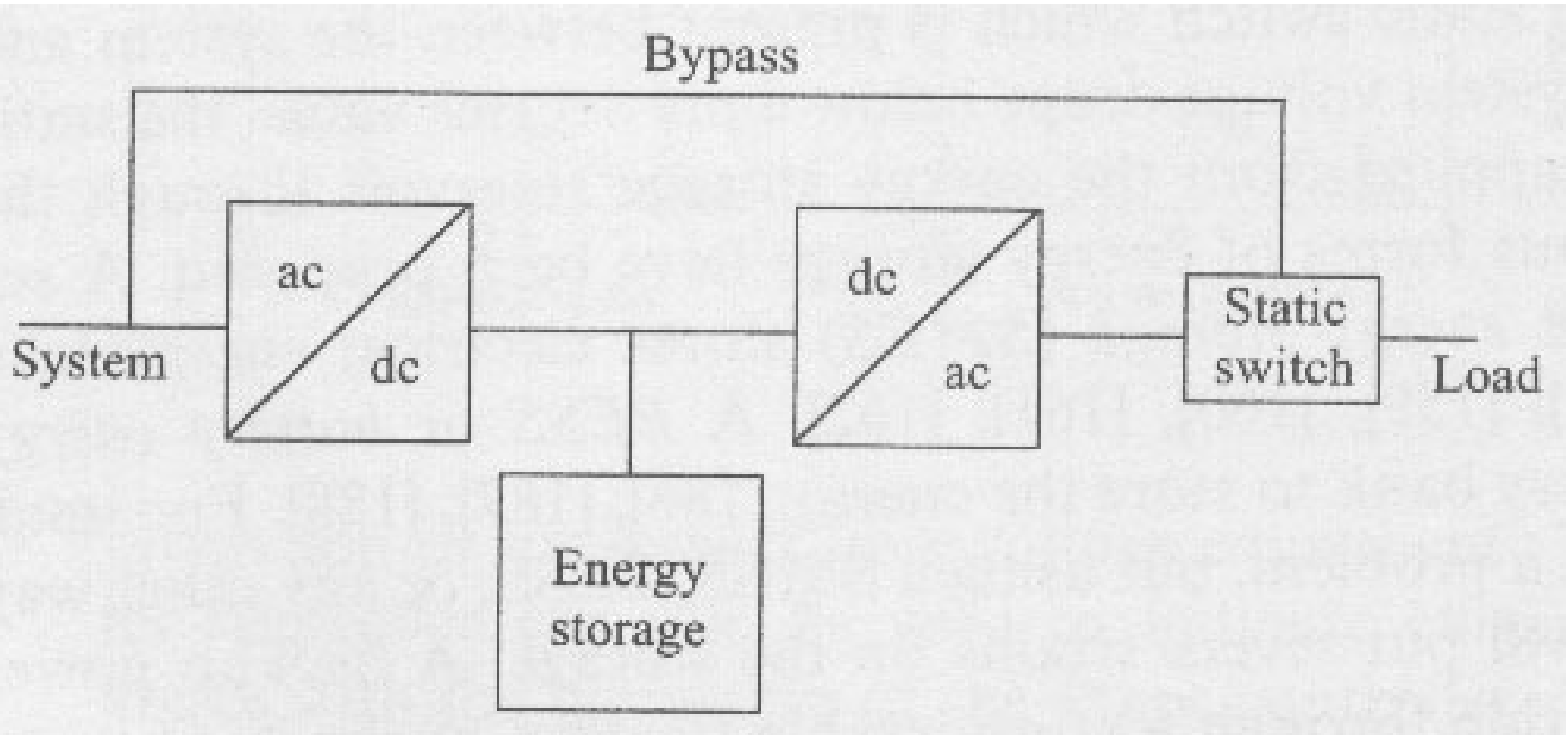
Események:

- Feszültségkimaradás

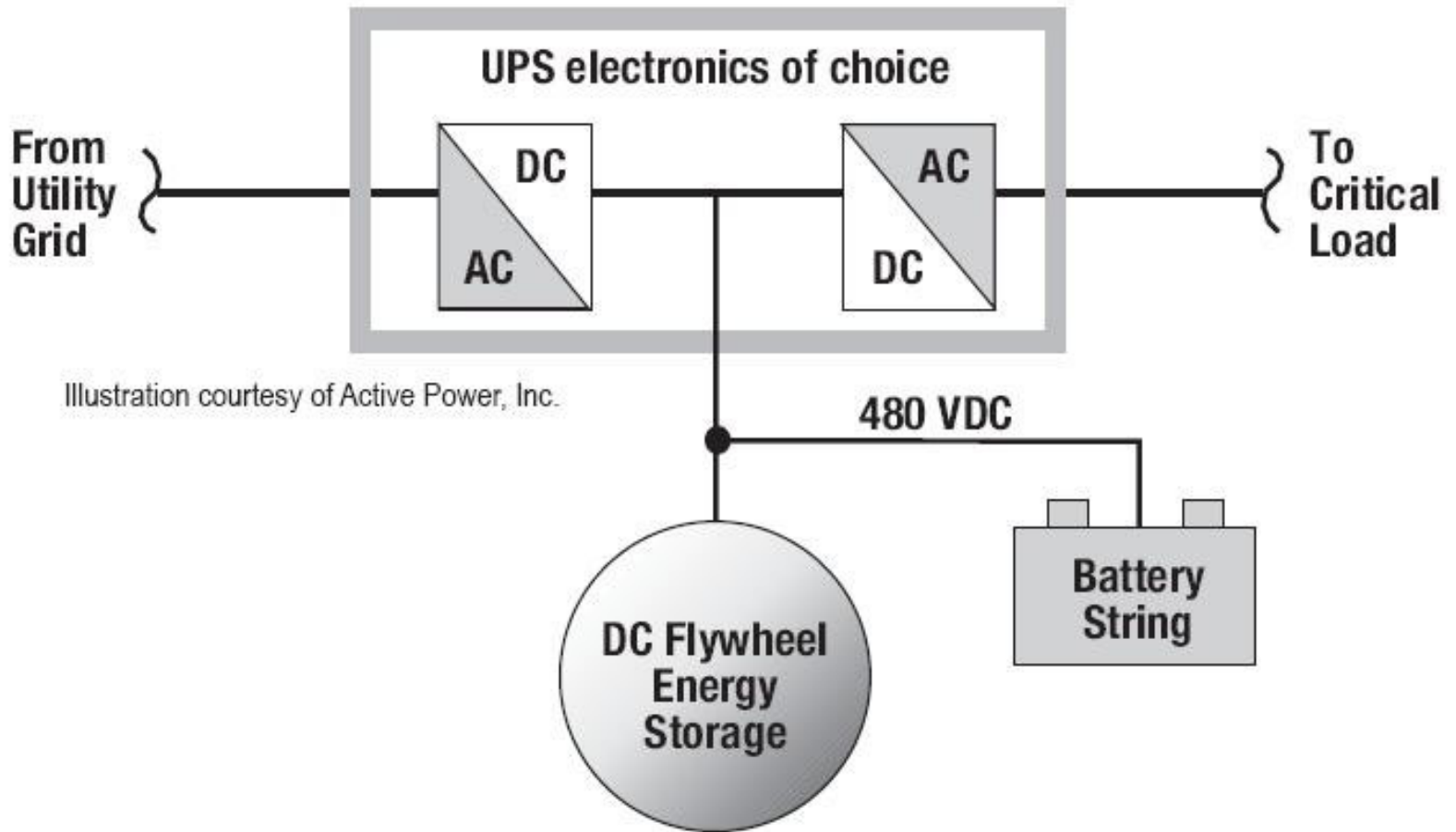
Megoldások

- **energiatárolóról történő táplálás a kimaradás ideje alatt**
- **Két független betáp közötti gyors átkapcsolás**

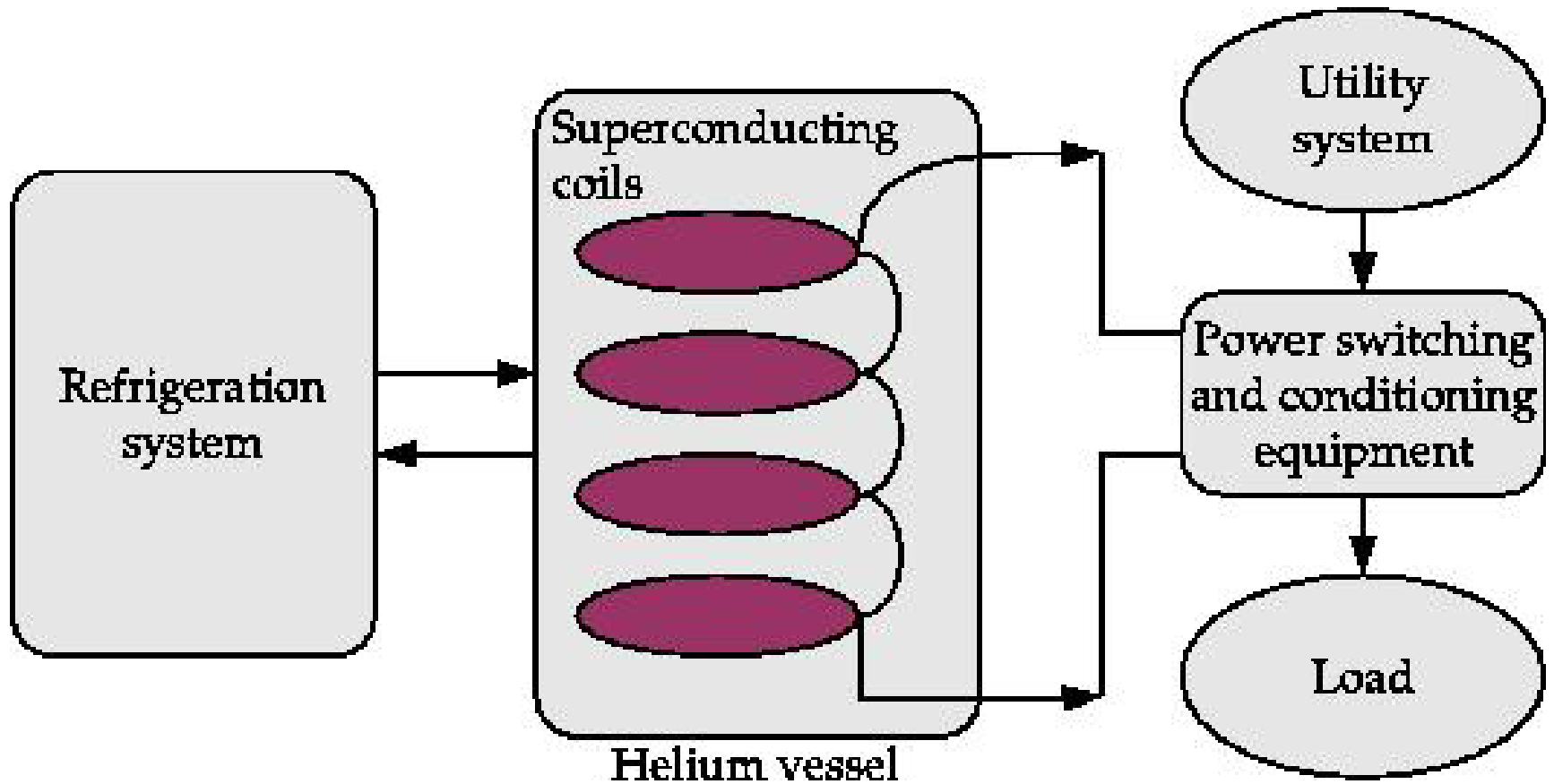
Szünetmentes ellátás UPS-el



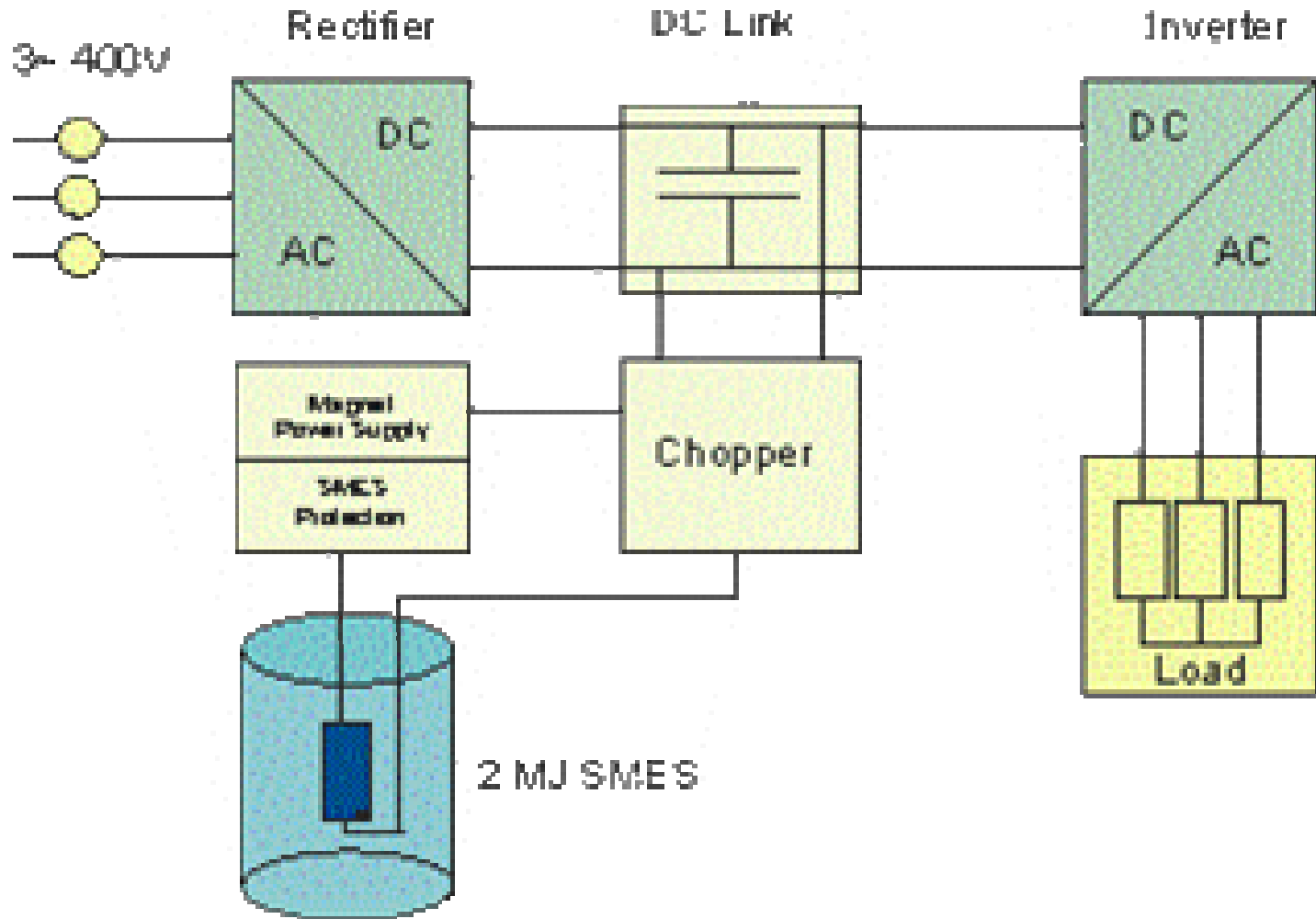
UPS+lendkerék



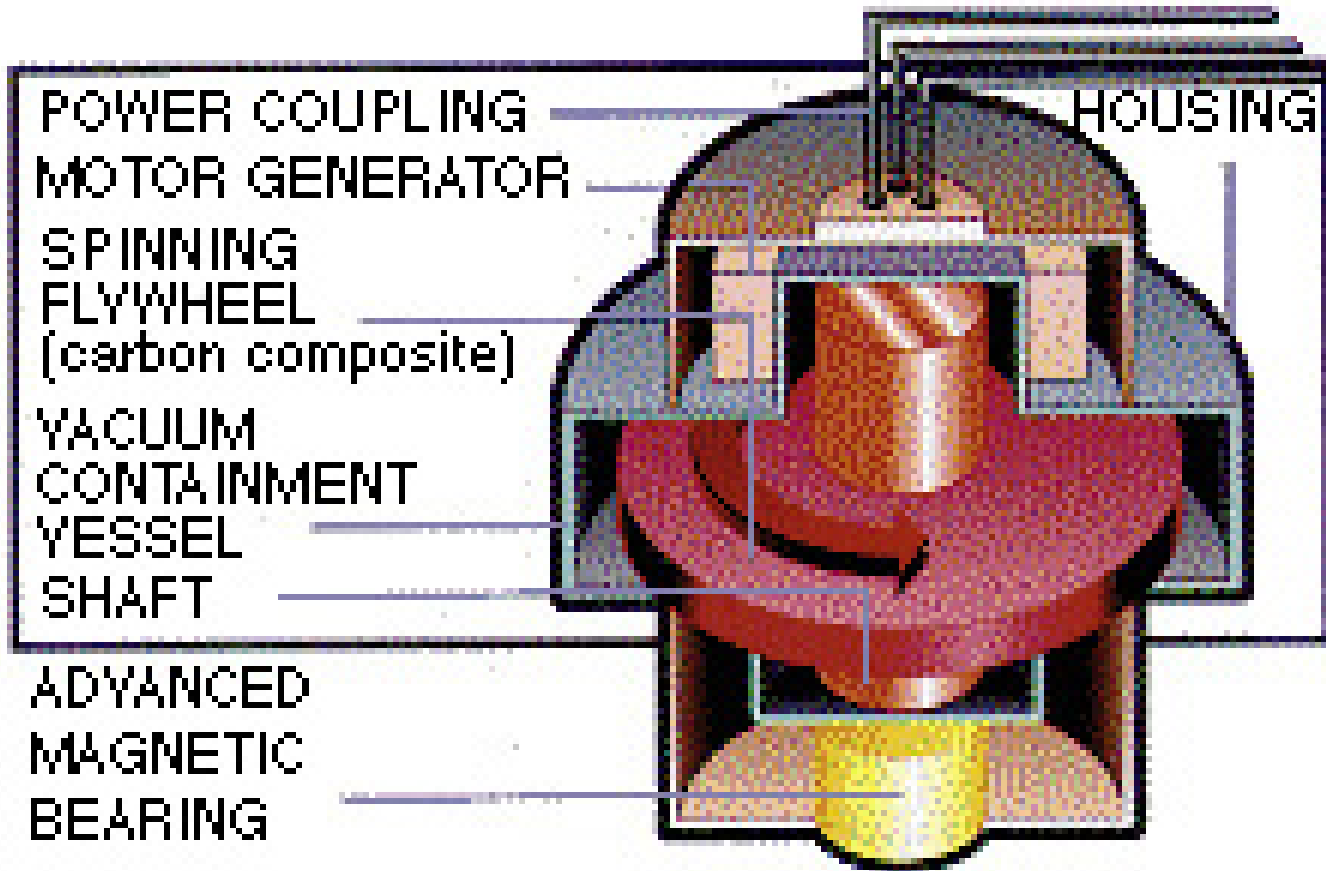
SMES



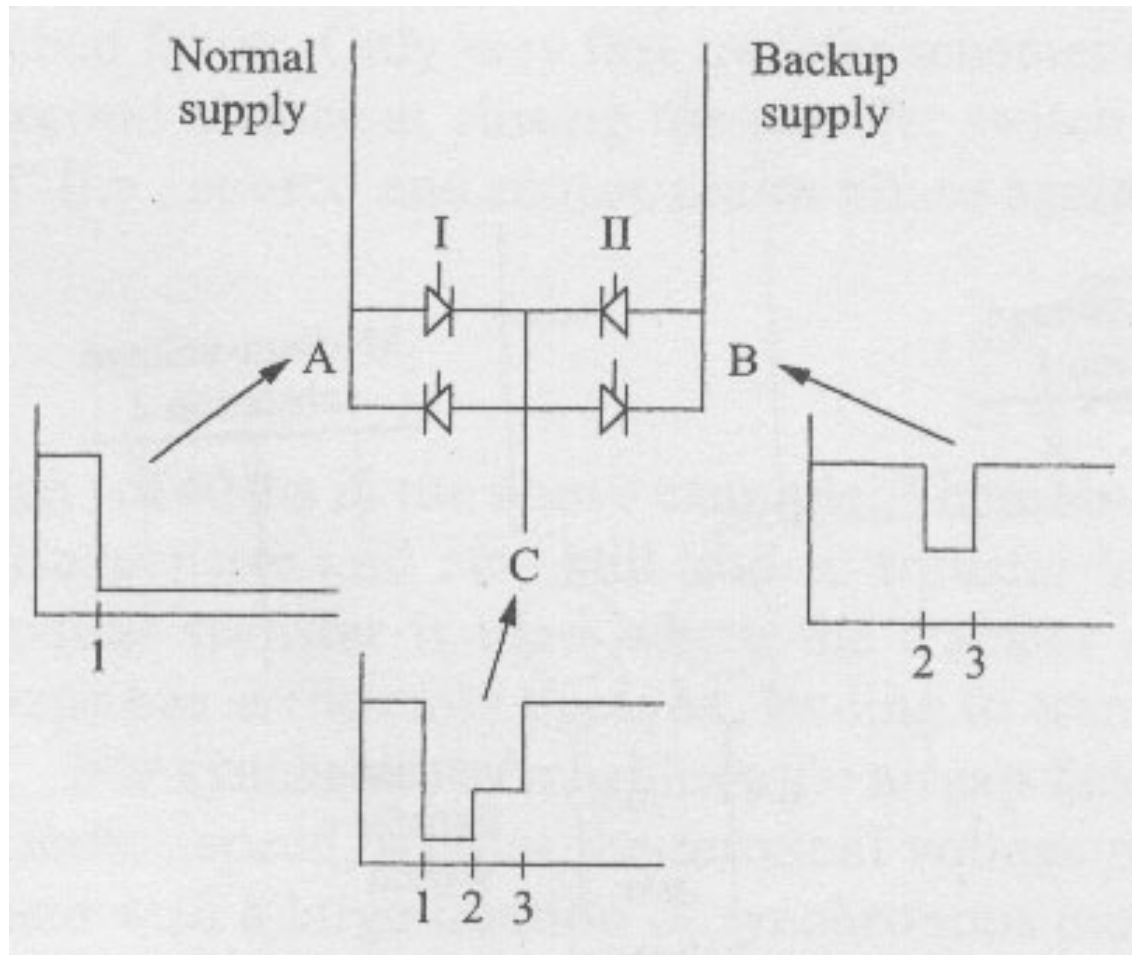
SMES



Lendkerék



Betápok közötti gyors átkapcsolás



Energiatárolók

Követelmények:

- **Nagy fajlagos energia sűrűség**
- **Lassú önkisülés**
- **Gyors töltés**
- **Kis karbantartási igény**
- **Nagy megbízhatóság**
- **Gyors energia leadás**

Az akkumulátorok fő típusai és jellemzői

	Savas zselés	NiCd	NiMH	Li-ion
Ár	kicsi	közepe	Nagy	Nagyon nagy
Energiasűrűség (Wh/kg)	30	50	75	100
Cellafeszültség (V)	2.27	1.25	1.25	3.6
Terhelő áram	kicsi	közepe	nagy	Kicsi
Töltés/kisütés ciklus száma	200-2000	1500	500	300-500
Önkisülés	kicsi	közepe	nagy	Kicsi
Min. töltési idő (óra)	8-16	1.5	2-3	3-6
Karbantartás/ellenőrzés és	180 nap	30 nap	90 nap	Nem szükséges
Környezetkárosítás	nagy	nagy	kicsi	Nagy

Energiatárolók fajlagos vesztesége

Energiatároló típusa	Fajlagos veszteség (W/Wh)	Önkisülés ideje
Szupravezető-mágneses energia tároló (SMES)	35 W	1.7 perc
Kis fordulátú lendkerék (LSFW)	2.2 W	30 perc
Nagy fordulátú lendkerék (HSFW)	1.2 W	50 perc
Szuper-kondenzátor (SC)	0.026 W	1.6 nap
Akkumulátor	0.023 W	Nagyon hosszú, több hónap

Alkalmazás

Hálózati zavarok, amelyek hatása a fogyasztókra a hálózat és a fogyasztó közötti iktatott szükség-ellátási eszközökkel csökkenthetők illetve megszüntethetők

1- Feszültségkiesés, $> 10\text{ms}$

2- Gyors feszültség ingadozások, $< 16\text{ms}$

3- Rövididejű túlfeszültségek, 4-16ms

4- Lassú feszültség letörések

5- Gyors feszültség letörések

6- Légköri túlfeszültségek

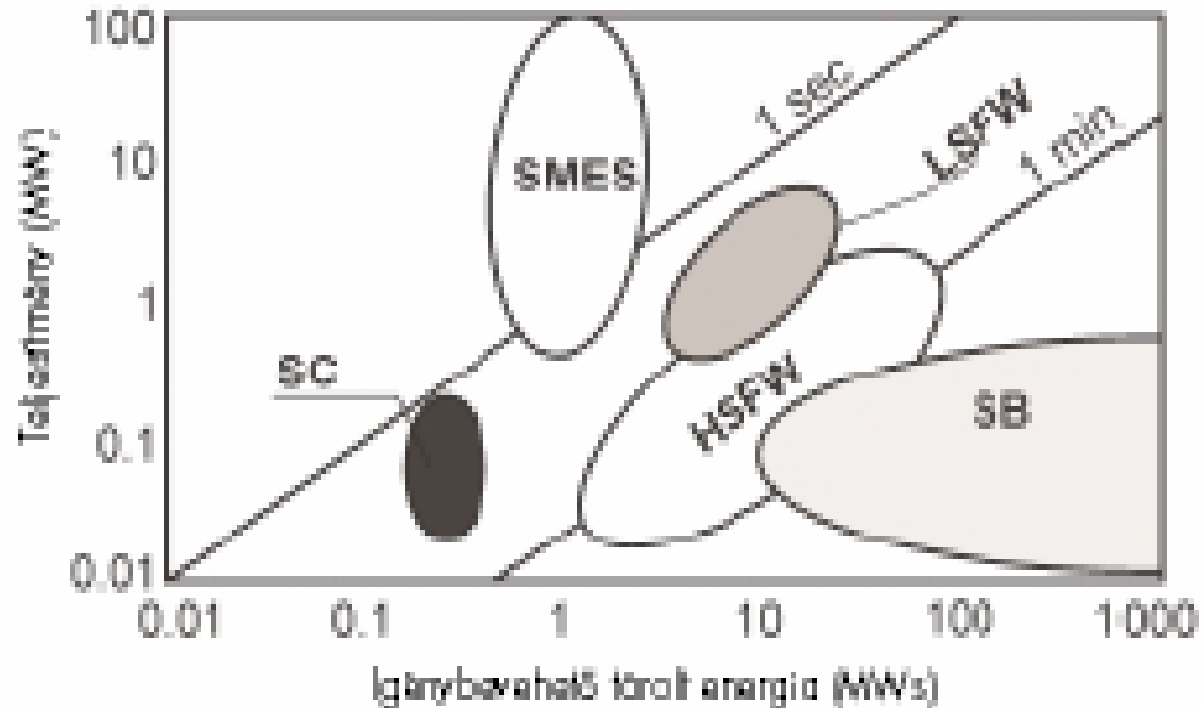
7- Túlfeszültségek, $< 4\text{ms}$

8- Frekvencia változások

9- Feszültség hullámalak torzulás

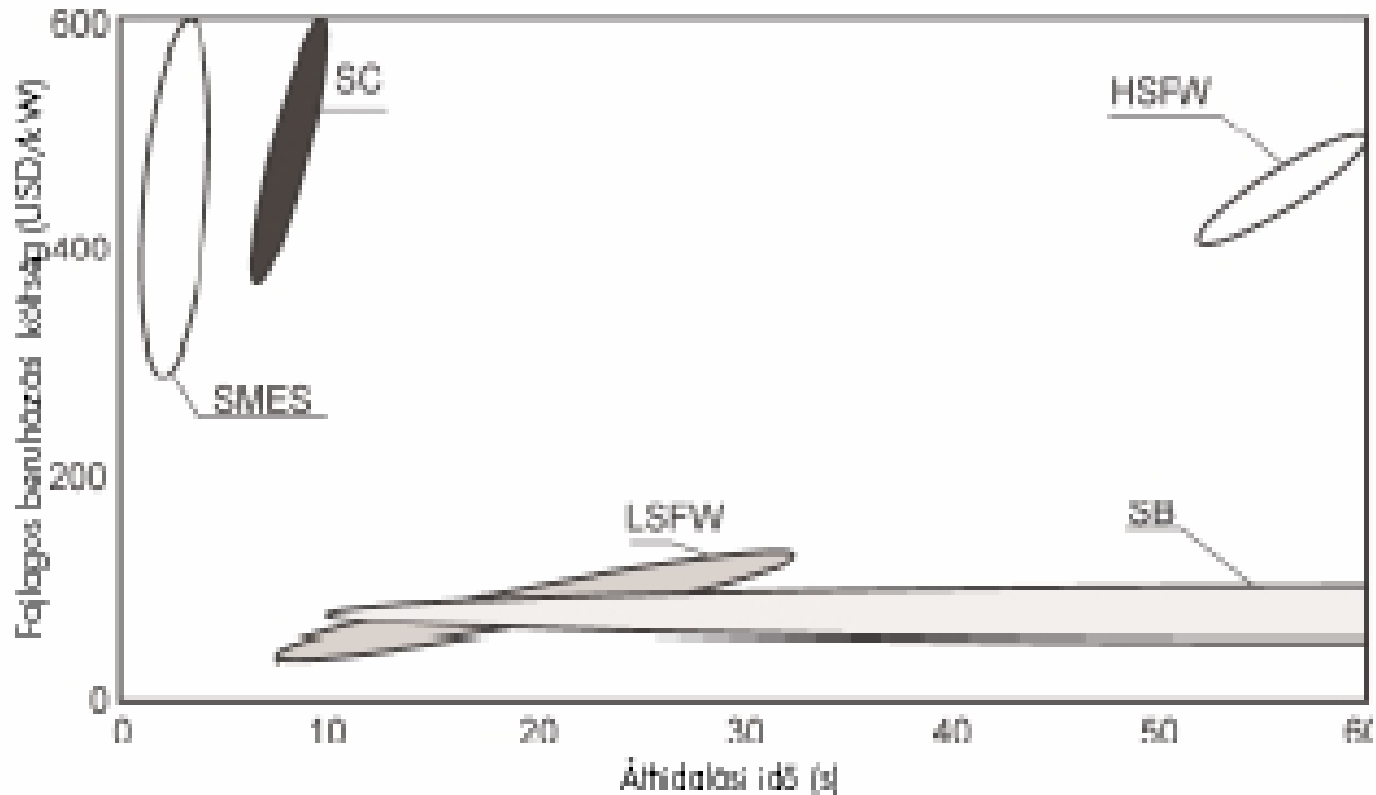
10- Feszültség harmonikusok

Alkalmazás



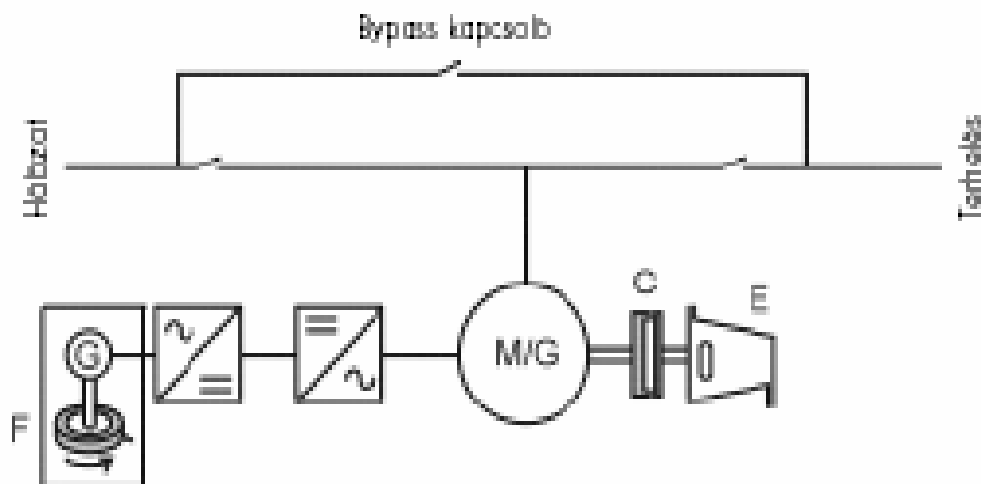
17. ábra. Különböző energiátároló rendszerek jellemző tartományai az energia – teljesítmény koordináta rendszerben.

Alkalmazás



18. ábra. Különböző en erőt ároló rendszerek fajlagos beruházási költségei átadási idejük függvényében.

Ellátási példák



16. ábra Dieselmotor-generátor és lendkerék kombináció bloksémája

F rövid energiatárolási idejű lendkerék

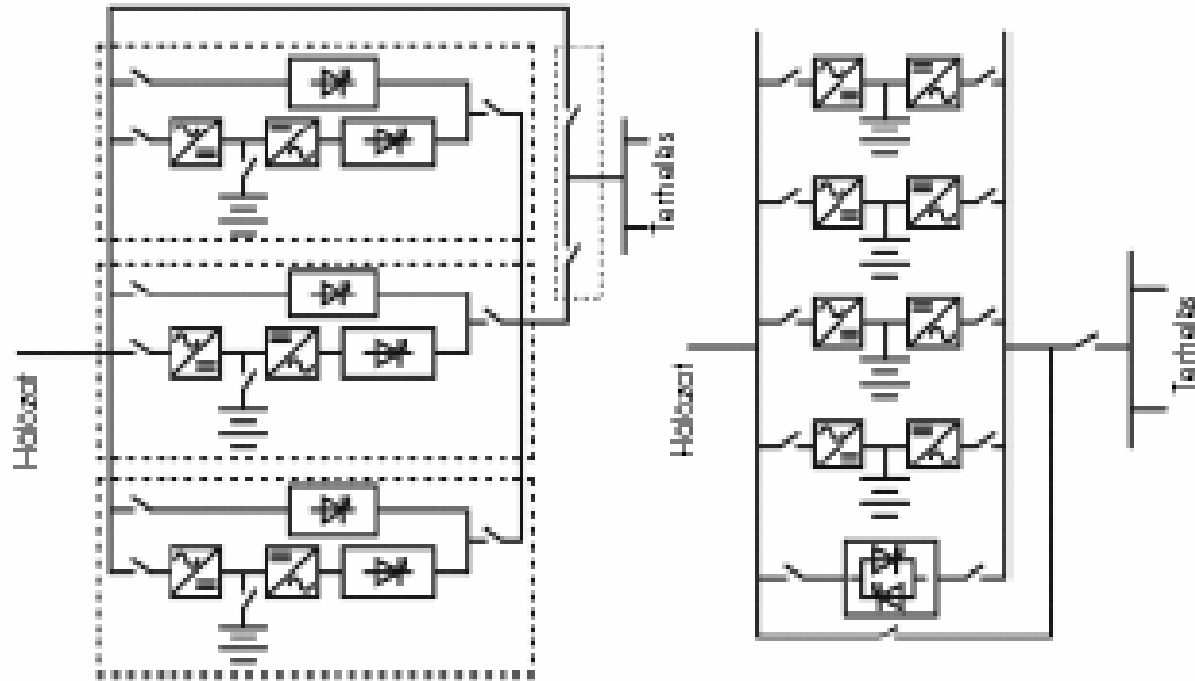
G a lendkerék motor/generátora

M/G motor/generátor

C elektromágneses tengelykapcsoló

E Dieselmotor vagy gázturbina

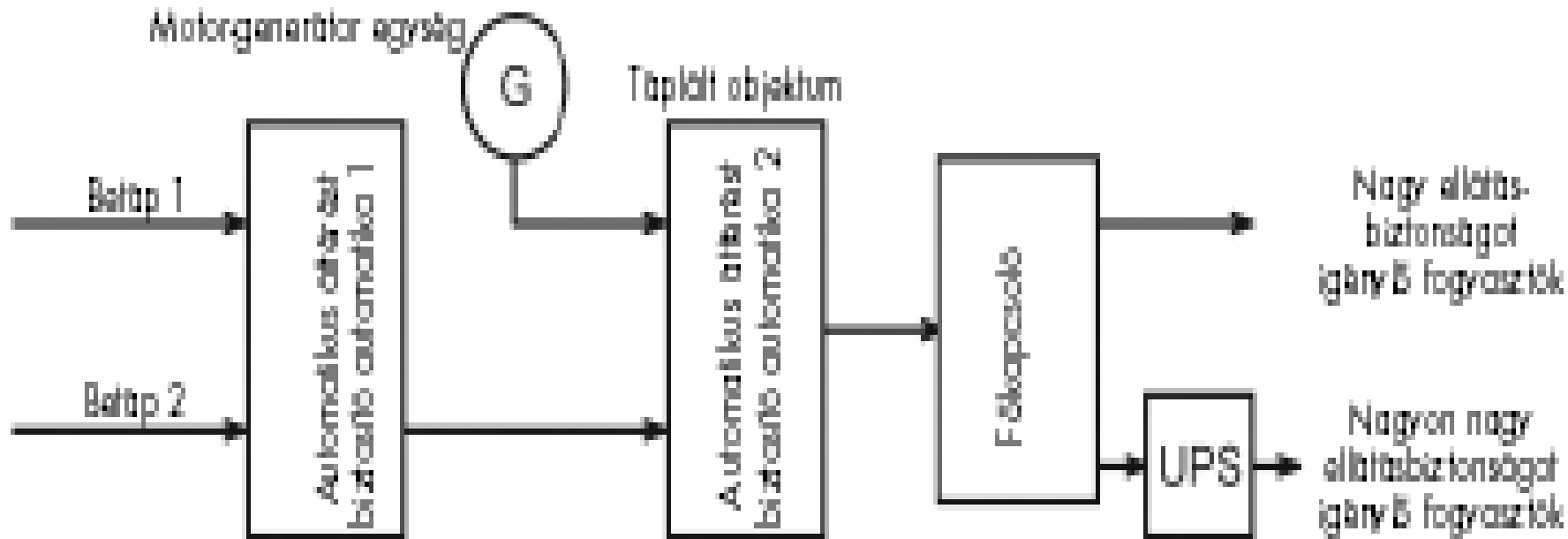
Ellátási példák



15. ábra Párhuzamosan kapcsolt UPS berendezésekből kialakított táplálás

- a. mindegyik UPS-ben van statikus és bypass kapcsoló
- b. egy statikus és egy bypass kapcsolója van a teljes UPS rendszernek

Ellátási példák



19. ábra. Példa a nagy megbízhatósági táplálásra

Feszültség letörés-emelkedés

TABLE I POWER QUALITY ENHANCEMENT EQUIPMENT

		<i>Typical voltage (kV)</i>	<i>Typical power (energy)</i>
CVT	Constant voltage transformer	0.11 – 1	0.25 – 300 kVA
DVR	Dynamic voltage restorer	13.8 – 35	10 – 40 MVA
MOV	Metal oxide varistor	All volt-ages	All power levels
	Passive filter	All volt-ages	All power levels
	Power Conditioner	0.11 – 13.8	0.001 – 1.0 MVA
SCTS	Subcycle transfer switch	13.8 – 35	10 – 40 MVA
SMES	Superconducting magnetic energy storage	13.8 – 35	10 – 40 MVA (to 20 MJ)
SVC	Static var compensator	13.8 – 35	1 – 40 MVA
TVR	Transient voltage regulator	0.22 – 35	10 – 40 MVA
TVSS	Transient voltage surge suppressor	All volt-ages	All power levels
UPS	Uninterruptible power supply	0.11 – 13.8	0.001 – 1.0 MVA

Esettanulmány

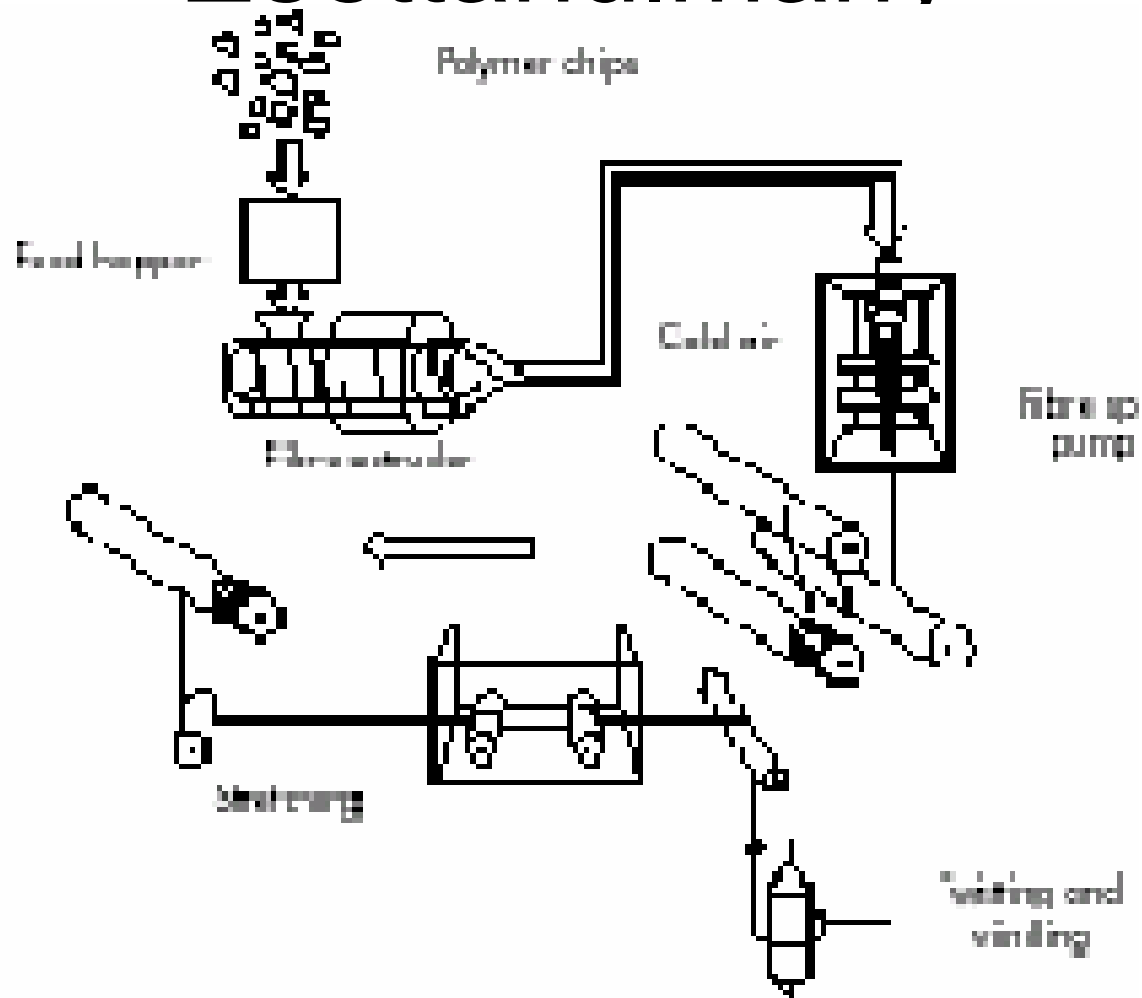
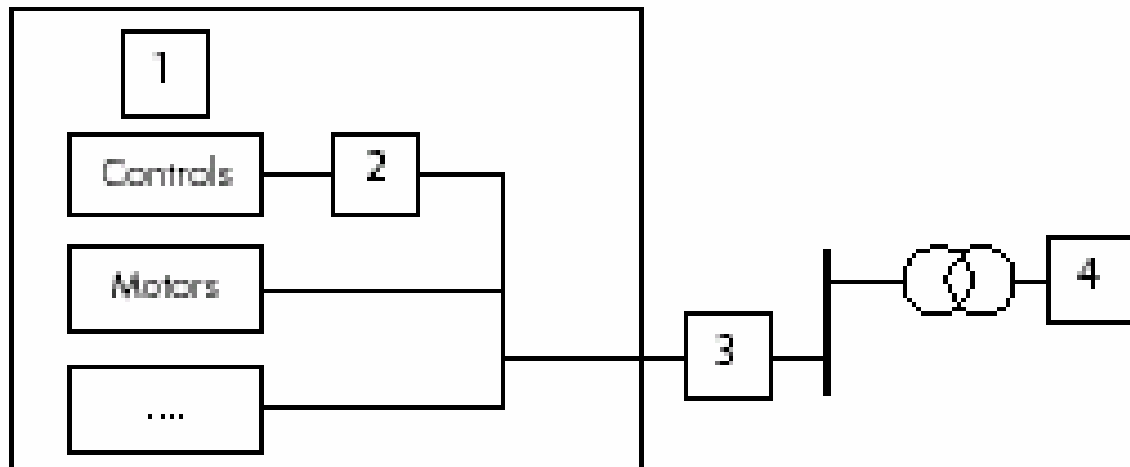


Figure 1 - The textile extruding processes

Esettanulmány



Sensitive loads

- 1 Equipment specification
- 2 Controls protection
- 3 Overall protection inside plant
- 4 Utility solutions

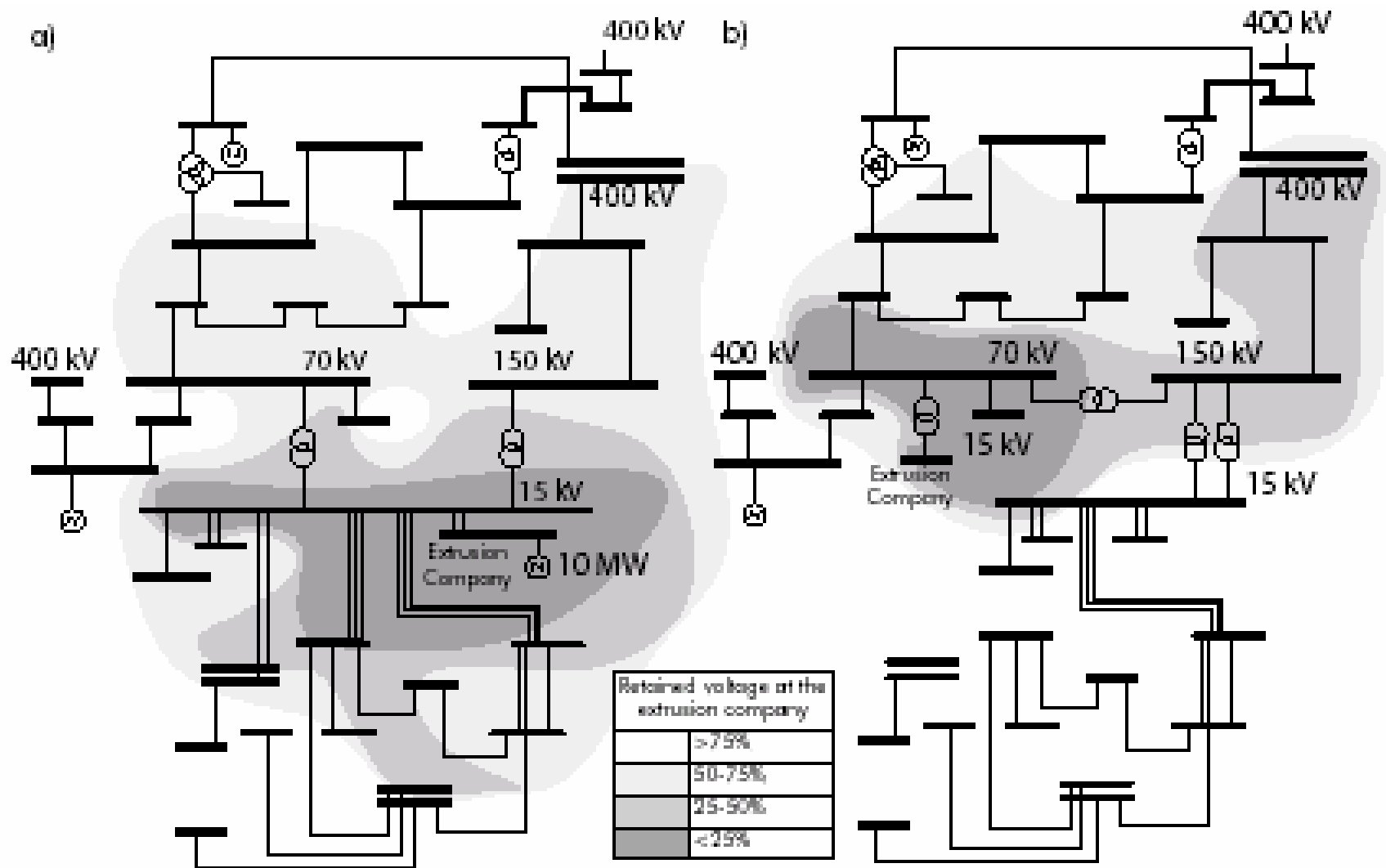


Figure 6 - Area of vulnerability

- a) Adding a 10 MW generator
- b) Changing the network structure

Esettanulmány

	Solution	Interruption cost (%)	Mitigation cost ¹	Total cost
now	Current situation	100	0	100
A	Restructuring	26	62	88
B	UPS on complete BCF (1,625 kVA)	60	303	363
C	UPS on parts of BCF (670 kVA)	60	152	212
D	DySC on complete BCF (1,625 kVA)	60	109	169
E	DySC on parts of BCF (670 kVA)	60	87	147

Table 1 - Comparison of the different mitigation options (cost before mitigation is 100%)

Mégis mennyi letörés várható évente a közcélú hálózaton? (UNIPEDA 1991)

letörés	10- 100ms	100- 500ms	500- 1000ms	1-3s
07-09	61	66	12	6
04-07	8	36	4	1
01-04	2	17	3	2
0-01	0	12	24	5

Köszönöm a figyelmet!