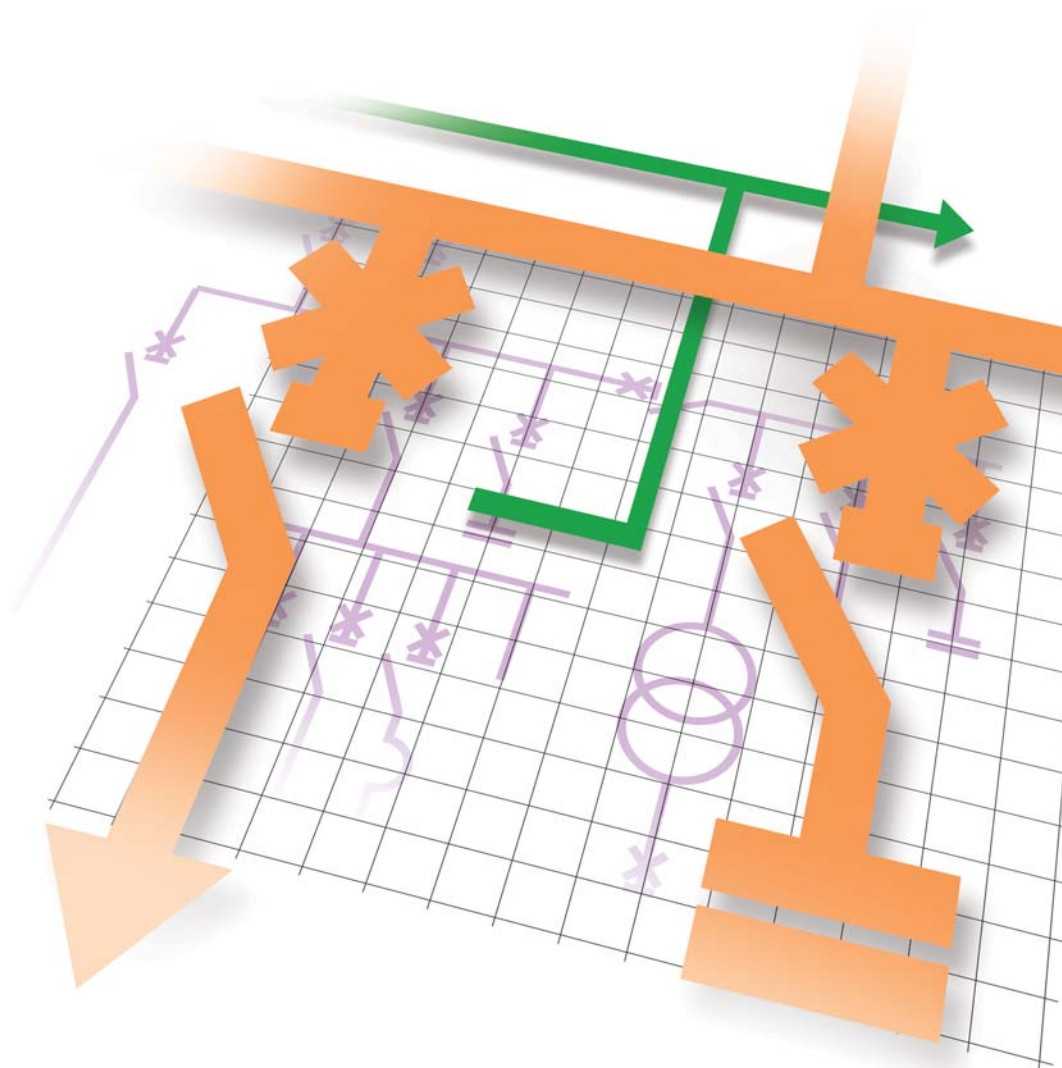



Épületvillamossági kézikönyv

Az MSZ, EN, HD és IEC szabványok alapján

2007



Merlin Gerin
Square D
Telemecanique

Schneider
 **Electric**

A kézikönyv alapvetően azon villamosmérnököknek szól, akik tervezéssel, ellenőrzéssel, oktatással vagy karbantartással foglalkoznak; munkájukhoz a nemzeti (MSZ), az európai (EN) és a nemzetközi (IEC - International Electrotechnical Commission) szabványokat használják.

A dokumentum kidolgozásakor a következő kérdés az állandó irányelv: „Melyik műszaki megoldás garantálja az összes biztonsági előírásnak való teljes megfelelést?”.

Az IEC 60364 nemzetközi szabvány magyarországi megfelelője az MSZ 2364, „Épületek villamos berendezéseinek létesítése” címen jelent meg. Ez egy több fejezetből álló szabványgyűjtemény, melynek magyarországi honosítása 1992-ben kezdődött és végül 2003. februárban lépett érvénybe, magyarázatokkal kiegészítve.

Mivel a szabványoknak folyamatosan bővülniük kell, és világszerte alkalmasnak kell lenniük valamennyi típusú termék és műszaki megoldás használatára, ezért az IEC szabványok szövegezése is alapvetően bonyolult, nehezen érthető. Éppen emiatt a szabványok általában nem használhatóak „munkafüzetként”, csupán hivatkozási dokumentumként.

Célunk, hogy ez a kézikönyv tiszta, gyakorlatias, ugyanakkor részletes magyarázattal lássa el Önt az IEC 60364/MSZ 2364 és a további fontos IEC szabványokon alapuló épületvillamossági berendezések tervezéséhez. Az első fejezet (B) bemutatja a használt módszertant, és minden egyes fejezet foglalkozik a tervezési munkák egy-egy lépésével. Az utolsó két fejezet egyedi tápellátást, fogyasztókat és helyszíneket, a melléklet pedig, az EMC irányelveket tartalmazza.

Mindezeken túl mi őszintén bízunk benne, hogy Ön, kedves olvasó, ezt a kézikönyvet valóban hasznos segítségnek fogja tartani.

Schneider Electric Hungária Villamossági Zrt.

A kézikönyv angol eredeti változata nemzetközi összefogás eredményeként jött létre.

Az eredeti angol nyelvű kiadás adatai:

Technical advisor:

Serge Volut

Design/Technical content:

Guy Satre-Duplessis

Illustrations and production:

AXESS – Valence – France

Second edition March 2005

Conseil © Schneider Electric

All rights reserved for all the countries

A magyar változat az angol kiadás átdolgozása a Magyarországra érvényes előírások alapján.

Lektorálta: Dr. Novothny Ferenc (PhD), főiskolai tanár, Budapesti Műszaki Főiskola, Kandó Villamosmérnöki Kar, Villamosenergetikai Intézet

A kézikönyv egy olyan alapidokumentum, amely tartalmazza a villamos elosztóhálózatokra vonatkozó szabványokat, előírásokat és tervezési módszereket. Tervezőirodáknak, vállalatoknak, ellenőrző intézetekben tevékenykedő villamosipari szakemberek számára készítettük.

FIGYELEM!

A villamos berendezéseket kizárólag szakképzett villamos szakemberek működtethetik! Ez a könyv nem tekinthető elegendő útmutatásnak olyan emberek számára, akiket nem képeztek ki e készülékek és berendezések működtetésére, karbantartására és javítására. Habár az itt leírt információkat nagyfokú gondossággal állítottuk össze, a Schneider Electric nem tekinthető felelősnek a könyv használatából adódó következményekért.

A magyar nyelvű kiadás nem csupán a 2005-ben kiadott angol változat tükörfordítása, hanem az itthoni viszonyokhoz igazított, átdolgozott kézikönyv. A könyv alapja itt is az IEC 60364 – Magyarországon az MSZ 2364 – szabvány.

Ezúton mondunk köszönetet mindazon kollégáknak és szakembereknek, akik segítségünkre voltak a magyar változat elkészítésében.



Előszó

Roland Talon, a TC 64 elnöke a Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottságban

Általánosságban véve elmondható, hogy a villamos berendezés nyújtja a legjobb teljesítőképességet (biztonság, működési és üzemelési idő), ha megfelelő koordinációval szakszerűen telepítjük.

Az IEC (International Electrotechnical Commission – Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság) 64-es Műszaki Bizottságának (TC64, Technical Committee 64) az a feladata, hogy fejlessze és frissítse a villamos elosztással kapcsolatos elvárásokat. A TC64 továbbá rendelkezik egy „Biztonsági Irányító Funkcióval” (Safety Pilot Function) az elosztóhálózatok, berendezések, készülékek és rendszerek érdekében. Több nemzeti munkabizottságból kapott feladatot képvisel a TC64, ezek mögött gyártók, laboratóriumok, tanúsító intézetek, kivitelezők, és áramszolgáltatók állhatnak.

Mindezeket figyelembe véve elmondhatjuk, hogy az IEC 60364 szabvány a villamosenergia-elosztás tervezéséhez és kialakításához nélkülözhetetlen fontosságú alaplokumentum.

Mindazonáltal a villamos környezet egyre összetettebbé válik, főként az elektromágneses hatások és egyéb hálózati zavarok miatt, e mellett a villamos gépek és berendezések folyamatos energiaellátása iránti igény viszont egyre inkább alapkövetelménnyé válik.

Ezért a szakmában tevékenykedő tervezőknek, kivitelezőknek és felhasználóknak a villamos berendezések kiválasztásához és telepítéséhez útmutatásra van szükségük.

Ezeket szem előtt tartva fejlesztettük ki a Schneider Electric-ben ezt az épületvillamossági kézikönyvet. Vállalatunk nagy tapasztalattal és szakértelemmel rendelkező mérnökei állították össze, kamatoztatva a felhasználói visszajelzésekből és problémamegoldásokból eredő tudást, valamint az IEC 60364 szabvány, és más IEC szabványok nyújtotta ismereteket.

Végül, de nem utolsó sorban ez a kézikönyv az IEC 60364 szabványt bázisnak tekinti, melyre építve segíti és megkönnyíti a nemzetközi kereskedelmet.

A TC 64 Munkabizottság elnökeként és a Francia Villamos Vállalkozók hivatalos tagjaként nagy örömmel és őszintén ajánlom az Ön figyelmébe kézikönyvünket. Biztos vagyok benne, hogy nagyon hasznosnak bizonyul az IEC 60364 rendelkezéseinek végrehajtásakor.

Roland Talon 20 éve a Francia Villamos Vállalkozók Szövetségének (French Electrical Contractors' Association – FFIE) tagja.

Korábban villamosipari vállalatoknál dolgozott. Ebben az időben rengeteg nemzetközi projektben vett részt. Roland Talon 2002 óta elnöke az IEC TC64, és a CENELEC TC64 bizottságoknak.

Tartalomjegyzék	A
Tervezési irányelvek – Rendeletok – Beépített teljesítmény	B
Középfeszültségű elosztóhálózatra csatlakozás	C
A kiefeszültségű áramszolgáltatói elosztóhálózatra csatlakozás	D
Kiefeszültségű energiaeosztás	E
Áramütés elleni védelem	F
Áramkörök védelme	G
A kapcsolókészülék	H
Túlfeszültség-védelem	J
Meddőenergia-kompenzálás és felharmonikus szűrés	K
Felharmonikus érzékelés és szűrés	L
Különleges feszültségforrások és fogyasztók	M
Háztartási és hasonló jellegű helyi- ségek és speciális alkalmazások	N
EMC irányelvek	EMC

Tartalomjegyzék

B

Tervezési irányelvek – Rendeletek – Beépített teljesítmény

1 Az alkalmazott módszer bemutatása	B2
2 Előírások és törvényerejű rendeletek	B4
3 A beépített készülékek teljesítménye – Műszaki jellemzők	B10
4 A berendezés teljesítménye	B15
5 Felügyeleti rendszer és vezérlés	B21

C

Középfeszültségű elosztóhálózatra csatlakozás

1 Középfeszültségű vételezés	C2
2 Új transzformátorállomás létesítése	C14
3 Védelmi szempontok	C16
4 Fogyasztói transzformátorállomás kiefeszültségű mérésel	C22
5 Fogyasztói transzformátorállomás közepfeszültségű mérésel	C30
6 KÖF/KIF fogyasztói transzformátorállomások létesítési szabályai	C35

D

A kiefeszültségű áramszolgáltatói elosztóhálózatra csatlakozás

1 A kiefeszültségű áramszolgáltatói elosztóhálózat	D2
2 A villamosenergia-díjszabás és mérés	D16

E

Kiefeszültségű energiaelosztás

1 A kiefeszültségű ellátási rendszerek	E2
2 Érintésvédelmi rendszerek	E17
3 Kiefeszültségű elosztórendszerek	E30
4 Külső hatások (MSZ 2364-510)	E38

F

Áramütés elleni védelem

1 Általános tudnivalók	F2
2 Közvetlen érintés elleni védelem	F4
3 Közvetett érintés elleni védelem	F6
4 Termékek védelme szigetelés meghibásodásakor	F17
5 TT-rendszer kialakítása	F19
6 TN-rendszer kialakítása	F25
7 IT-rendszer kialakítása	F31
8 Áram-védőkapcsoló (ÁVK)	F38

G

Áramkörök védelme

1 Általános tudnivalók	G2
2 Gyakorlati módszerek az áramköri vezetők legkisebb megengedhető keresztmetszetének meghatározására	G11
3 A feszültségesés meghatározása	G23
4 A rövidzárlati áram	G27
5 A rövidzárlati áram különleges esetei	G33
6 A védővezető (PE)	G40
7 A nullavezető	G45

H

A kapcsolókészülék

1 A KIF kapcsolókészülék alapfunkciói	H2
2 A kapcsolókészülék	H5
3 Kapcsolókészülék kiválasztása	H10
4 Megszakító	H11

J	Túlfeszültségvédelem	
	1 Általános tudnivalók	J2
	2 Túlfeszültség-védelmi eszközök	J6
	3 Szabványok	J11
	4 Védelmi készülék kiválasztása	J14
K	Meddőenergia-kompenzálás és felharmonikus szűrés	
	1 Meddőenergia és teljesítménytényező	K2
	2 Miért szükséges a teljesítménytényező javítása?	K5
	3 Hogyan javítsuk a teljesítménytényezőt?	K7
	4 Hová telepítsük a fázisjavító kondenzátorokat?	K10
	5 Hogyan határozzuk meg a fázisjavítás optimális szintjét?	K12
	6 Kompenzálás a transzformátor kapcsain	K15
	7 Teljesítménytényező javítása aszinkron motorok esetén	K18
	8 Létesítési példa fázisjavítás előtti és utáni hálózat kialakítására	K20
	9 Felharmonikusok hatásai	K21
	10 Kondenzátortelepek telepítése	K24
L	Felharmonikus érzékelés és szűrés	
	1 A probléma: Miért szükséges a felharmonikusokat érzékelni és kiszűrni?	L2
	2 Szabványok	L3
	3 Általános rész	L4
	4 A felharmonikusok főbb hatásai épületvillamossági berendezésekben	L6
	5 A harmonikus torzítás fontosabb mutatói és mérési elvek	L11
	6 A mutatók mérése	L14
	7 Felügyeleti készülékek	L16
	8 Megoldások a felharmonikus tartalom csökkentésére	L17
M	Különleges feszültségforrások és fogyasztók	
	1 Kisfeszültségű generátorblokkok és fogyasztóoldali áramkörök védelme	M2
	2 Szünetmentes tápforrások (UPS)	M11
	3 KIF/KIF transzformátorok védelme	M24
	4 Világítási áramkörök	M27
	5 Aszinkron motorok	M42
N	Háztartási és hasonló jellegű helyiségek és speciális alkalmazások	
	1 Háztartási és hasonló jellegű helyiségek	N2
	2 Fürdőszobák és zuhanyzók	N8
	3 Alkalmazási javaslatok különleges berendezésekre vagy helyiségekre	N12
EMC	EMC irányelvek	
	1 Villamosenergia-elosztás	Ap2
	2 Földelési módszerek és struktúrák	Ap3
	3 Kivitelezés	Ap5
	4 Csatolási mechanizmusok és ellenintézkedések	Ap14
	5 Vezetékezési javaslatok	Ap20

7 Teljesítménytényező javítása aszinkron motorok esetén

Amikor kondenzátortelepét csatlakoztatunk az aszinkronmotor kapcsaira, fontos annak ellenőrzése, hogy a telep mérete kisebb, mint ami a motor öngerjedéséhez tartozik.

7.2 Az aszinkronmotor öngerjedésének elkerülése

Amikor a motor nagy tehetetlenségű terhelést forgat, a rotor forgásban marad miután a feszültséget lekapcsoltuk róla (kivéve, ha külön fékezzük).

A rotor „mágneses tehetetlensége” azt jelenti, hogy az állórész tekercseiben ez a mágneses fluxus feszültséget indukál a kikapcsolás után még egy rövid ideig, ami kompenzálatlan motor esetében általában nullára csökken egy vagy két ciklus után.

A fázisjavító kondenzátorok azonban háromfázisú meddőterhelést jelentenek a csökkenő indukált feszültség számára, amely ezáltal kapacitív áramot hajt az állórész tekercselésén. Ezek az állórészben folyó áramok forgó mágneses mezőt hoznak létre a rotorban, amely ugyanolyan irányú, mint a csökkenő mágneses mező.

A rotor fluxusa így folyamatosan növekszik; az állórész árama növekszik; és a feszültség a motor kapcsain növekszik; néha veszélyesen magas értékre. Ezt a jelenséget nevezzük öngerjedésnek, és ez a magyarázata annak is, hogy miért nem szabad a váltakozó áramú generátorokat kapacitív jellegű teljesítménytényezővel üzemeltetni. Ekkor ugyanis spontán (és kezelhetetlen) hajlam alakulhat ki öngerjedésre.

Megjegyzések:

1. A terhelés tehetetlensége miatti motorkarakterisztikák valójában nem pontosan azonosak az üresjárási (terhelés nélküli) karakterisztikákkal. Az azonos feltételezés azonban elegendően pontos a gyakorlati esetekben.
2. Generátoros üzemben nagyrészt meddőáramok folynak, ezért a fékező (retardáló) hatás főleg a motoron lévő hűtőventilátor-terheléstől keletkezik.
3. A hálózatról normál körülmények között a terheletlen motoron átfolyó (majdnem teljes mértékben) induktív áram, és a kondenzátoron a motor generátoros üzeme miatt átfolyó (majdnem teljes mértékben) kapacitív áram ugyanabban a fázisban van a motor kapocsfeszültségéhez képest. Ez a magyarázata, hogy a két karakterisztikát egymásra lehet ültetni az ábrán.

A fent leírt öngerjedés elkerülése érdekében a kondenzátortelep meddőteljesítményét korlátozni kell az alábbi maximális értékre:

$Q_c \leq 0.9 \times I_o \times U_n \times \sqrt{3}$, ahol I_o = a motor üresjárási árama és U_n = a motor fázisai között mérhető vonali feszültség kV-ban. A K26. ábrán egy példát látunk az említett feltételeknek megfelelő Q_c meddőteljesítmény pontos értékeire.

Példa

Egy háromfázisú, 400 V-os, 75 kW-os, 3000 ford/perc fordulatszámú motorhoz kondenzátortelepét csatlakoztatunk, amely értéke maximum 17 kvar lehet a K24. ábra szerint. A táblázat értékei általában túlságosan kicsik ahhoz, hogy megfelelő mértékben, a kívánt $\cos\varphi$ értékre kompenzáljuk a motort. Kiegészítő kompenzálás telepíthető azonban a rendszerre, például egy központi telep, amelyet teljes kompenzálásra alkalmazunk a kis egyedi terhelések számára.

Nagy tehetetlenségű motorok és/vagy terhelések

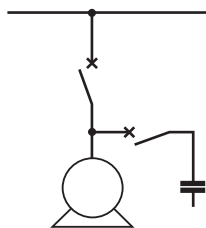
Bármelyik létesítményben, ahol nagy tehetetlenségű motoros hajtású terhelés működik, az ilyen motorokat vezérlő megszakítóknak és kontaktoroknak a tápfeszültség kiesésekor azonnal működésbe kell lépniük.

Ha ezt az óvintézkedést nem tesszük meg, akkor az öngerjedés miatt nagyon magas feszültség alakulhat ki, ugyanis a létesítményben minden más kondenzátortelep a nagy tehetetlenségű motorokkal párhuzamosan kapcsolódik.

E motorok védelmi sémájához hozzá kell tartoznia egy túlfeszültség-védelemi relének is, amely együtt működik a teljesítmény áramlás irányát figyelő relével (a motor látja el a létesítmény többi fogyasztóját, amíg a tárolt tehetetlenségi energia fel nem emésztődik).

Ha a nagy tehetetlenségű motorhoz kapcsolódó kondenzátortelep nagyobb, mint a K26. ábrán látható, akkor ezt külön kell vezérelni megszakítóval vagy kontaktorral, amely a fő motorvezérlő megszakítóval/kontaktorral összhangban old ki, ahogy ez a K27. ábrán is látható.

A főkontaktor zárása általában kondenzátorhoz tartozó kontaktor zárása után következik.



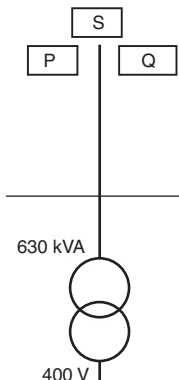
K26. ábra: Kondenzátortelep csatlakoztatása motorhoz

8 Létesítési példa a fázisjavítás előtti és utáni hálózat kialakítására

A villamos berendezés fázisjavítás előtt

$$\bar{S}_2 = \bar{P}_2 + j\bar{Q}_2 \quad (1)$$

- A meddőenergia-felvétel (kvarh) jóval a megadott érték felett van.
- A látszólagos teljesítmény (kVA) jelentősen nagyobb, mint az igényelt hatásos teljesítmény (kW).
- Az ennek megfelelő hatásos áram jelentős többlet veszteséget jelent (kWh), amit a szolgáltató kiszámol.
- A villamos berendezést túl kell méretezni.



A villamos berendezés jellemzői
 500 kW $\cos \varphi = 0,75$
 ■ A transzformátor túlterhelt állapotban van.
 ■ A teljesítményigény:
 $S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{500}{0,75} = 665 \text{ kVA}$
 S = látszólagos teljesítmény

■ A leágazási megszakító árama:
 $I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi} = 960 \text{ A}$

■ A kábelek vesztesége az áram négyzetével számolható: 960^2
 $P = I^2 R$

$\cos \varphi = 0,75$
 ■ A meddőenergia a transzformátoron és a vezetéseken keresztül jut a fogyasztóhoz.
 ■ A transzformátort, a megszakítót és a kábeleket túl kell méretezni.

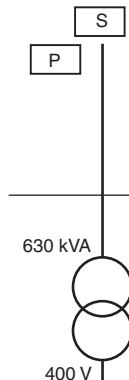
$\cos \varphi = 0,75$
 műhely

K20

A villamos berendezés fázisjavítás után

$$\bar{S}_2 = \bar{P}_2 + j\bar{Q}_2 \quad (1)$$

- A meddőenergia felvétele:
 - megszűnt, vagy
 - **lecsökkent, az igényelt $\cos \varphi$ alapján.**
- A büntetőtarifák:
 - csak ott érvényesek, ahol meddőenergia felvétel is maradt;
 - a teljes számlát tekintve néhány esetben el is marad.
- A látszólagos teljesítményen (kVA) alapuló rögzített költség a hatásos teljesítmény igényhez (kW) lett igazítva.



A villamos berendezés jellemzői
 500 kW $\cos \varphi = 0,928$
 ■ A transzformátor már nincs túlterhelve.
 ■ A teljesítményigény **539 kVA.**
 ■ 14% szabad transzformátorkapacitáshoz jutottunk.

■ A leágazáson folyó áram a megszakítónál **778 A.**

■ A kábelek vesztesége lecsökkent a korábbi érték $\frac{778^2}{960^2} = 65\%$ -ra, így a fogyasztott hatásos energiát racionalizáltuk.

$\cos \varphi = 0,928$
 ■ A meddőenergiát a kondenzátortelep szolgáltatja.

250 kvar

A kondenzátortelep névleges teljesítménye 250 kvar.

$\cos \varphi = 0,75$
 műhely

Megjegyzés: valójában a $\cos \varphi$ a műhelyben 0,75% maradt, de a $\cos \varphi$ az egész villamos berendezésre nézve a transzformátor csatlakozási pontján 0,928.
 Ahogy ezt a 6.2 pontban is említettük, a $\cos \varphi$ a transzformátor KÖF oldalán kicsit kisebb lesz (2) a transzformátor meddőteljesítménye miatt.

K27. ábra: Egy létesítmény fázisjavítás előtti és utáni műszaki-gazdasági paramétereinek összehasonlítása

(1) Az egyenletben vektormennyiségek szerepelnek.
 (2) Még inkább igaz a megállapítás a kompenzálás nélküli esetre.