

ŠTĚPÁN BERKA

ELEKTROTECHNICKÁ SCHÉMATA A ZAPOJENÍ V PRAXI

1

ZÁKLADNÍ
PRVKY
A OBVODY

computer
press

Štěpán Berka

Elektrotechnická schémata a zapojení v praxi 1

**Computer Press
Brno
2015**

Elektrotechnická schémata a zapojení v praxi 1

Štěpán Berka

Obálka: Martin Sodomka

Odpovědný redaktor: Roman Bureš

Technický redaktor: Jiří Matoušek

Tisk: FINIDR, s. r. o.

Objednávky knih:

<http://knihy.cpress.cz>

www.albatrosmedia.cz

eshop@albatrosmedia.cz

bezplatná linka 800 555 513

ISBN 978-80-251-4598-2

Vydalo nakladatelství Computer Press v Brně roku 2015 ve společnosti Albatros Media a. s.
se sídlem Na Pankráci 30, Praha 4. Číslo publikace 23 069.

© Albatros Media a. s. Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být kopírována
a rozmnožována za účelem rozšiřování v jakékoli formě či jakýmkoli způsobem bez písemného
souhlasu vydavatele.

1. vydání

 **ALBATROS** MEDIA a.s.

Obsah

Co je dobré vědět, než začnete pracovat s elektrickým proudem **11**

Úraz elektrickým proudem **11**

První pomoc při úrazu elektrickým proudem **12**

Vyproštění postiženého 12

Zjištění zdravotního stavu 12

Neodkladná resuscitace 12

Laické ošetření případných zranění 13

Přivolání lékaře 14

Ohlášení úrazu 14

Pro práci pod napětím a v blízkosti částí s napětím platí obecné zásady **14**

KAPITOLA 1

Rozvod elektrické energie **17**

Výroba elektrické energie **17**

Klasická tepelná elektrárna 18

Jaderná tepelná elektrárna 19

Vodní elektrárny – hydroelektrárny 19

Vodní turbíny 20

Přečerpávací elektrárny 21

Alternativní zdroje elektrické energie 22

Z elektrárny po zásuvku 22

Přenosová soustava 23

Distribuční síť 24

Jednotlivé druhy elektrických sítí nn **25**

Sítě TN 25

Sítě TT 28

Sítě IT 29

Schéma silového rozvodu obytného objektu **30**

Rozdělení elektrického rozvodu v objektu 30

Materiál pro elektrické rozvody **32**

Vodiče 32

Úložný materiál 33

Spojovací materiál 34

Upevňovací materiál 35

Pomocný materiál 36

Jištění a kontrola provozního stavu	36
Pojistky	36
Jističe	39
Měření izolačního odporu elektrické instalace	41
Měření izolačních odporů všech vodičů oproti ochrannému vodiči PE	41
Měření izolačních odporů mezi vodiči L1, L2, L3 a N	41
Měření izolačních odporů jednotlivých rozpojených vinutí na svorkovnici motoru	42
Měření odporu uzemnění pomocí přístroje PU 430	43
Sdělovače a ovladače (ČSN EN 60073)	44
Sdělovače – optické	44
Ovladače – optické	45
Neprosvětlené ovladače	46
 KAPITOLA 2	
Spínače nízkého napětí	47
Jednopolový vypínač – řazení č. 1	48
Základní zapojení jednopolového vypínače	48
Montážní schéma elektroinstalace	49
Prováděcí schéma jednopolového vypínače	49
Dvoupolový vypínač – řazení č. 2	50
Základní zapojení dvoupolového vypínače	51
Montážní schéma zapojení	51
Prováděcí schéma dvoupolového vypínače	52
Trojpolový vypínač – řazení č. 3	52
Základní zapojení trojpolového vypínače	53
Montážní schéma elektroinstalace	54
Prováděcí schéma trojpolového vypínače	54
Trojpolový vypínač s vypínáním středního vodiče – řazení č. 03	56
Základní zapojení trojpolového vypínače č. 03	56
Montážní schéma elektroinstalace	57
Prováděcí schéma trojpolového vypínače č. 03	58
Skupinový přepínač – řazení č. 4	60
Základní zapojení skupinového přepínače	60
Montážní schéma elektroinstalace	61
Prováděcí schéma skupinového přepínače	61
Sériový vypínač (lustrový) – řazení č. 5	63
Základní zapojení sériového vypínače	63
Montážní schéma elektroinstalace	64
Prováděcí schéma sériového vypínače	64

Střídavý přepínač (schodišťový) – řazení č. 6	65
Základní zapojení střídavého přepínače	66
Montážní schéma elektroinstalace	66
Prováděcí schéma střídavého přepínače	67
Křížový přepínač – řazení č. 7	68
Základní zapojení křížového přepínače	69
Montážní schéma elektroinstalace	69
Prováděcí schéma křížového přepínače	70
Sériový přepínač střídavý – řazení č. 5A	72
Základní zapojení sériového přepínače střídavého	72
Montážní schéma elektroinstalace	73
Prováděcí schéma sériového přepínače střídavého	73
Dvojitý přepínač střídavý – řazení č. 5B	75
Základní zapojení dvojitého přepínače střídavého	75
Montážní schéma elektroinstalace	76
Prováděcí schéma dvojitého přepínače střídavého	76
Zářivkové svítidlo	78
Základní zapojení zářivkového svítidla	78
Schéma zapojení	79
Zapínací tlačítkový ovladač – řazení č. 1/0, 1/0S, 1/0So	81
Montážní schéma elektroinstalace tlačítek	82
Schodišťový automat mechanický – SA10	82
Schodišťový automat elektronický – PS-3C1o	85
Schodišťový automat elektronický – SA10E	86
Paměťové impulzní relé	86
Prováděcí schéma paměťového impulzního relé	87
Paměťové – impulzní relé	88
Cvičná zapojení spínačů	89
Zásuvky a vidlice	91
Zapojování zásuvkových obvodů v jednotlivých elektrických sítích	92
Elektroinstalační zásuvky v síti TN – C	92
Schematické značky zásuvek	92
Montážní schéma elektroinstalace zásuvek	93
Prováděcí schéma zásuvkového obvodu (podle zrušené ČSN 34 10 10)	93
Elektroinstalační zásuvky v síti TN – S	94
Prováděcí schéma zásuvkového obvodu (dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2)	94
Elektroinstalační zásuvky v síti TT	95
Zapojení zásuvky mn v síti SELV do 50 V	95
Praktické provedení na výukovém panelu, síť TN-S	96

KAPITOLA 3

Domácí telefony 97**Domácí dorozumivací audio- a videosystémy 97**

Obsluha	97
Vstupní tabla	97
Domácí telefony	97
Interkomy	98
Zdroje	98
Elektrické zámky	98
Houkačky a zvonky	98

KAPITOLA 4

Elektroměrové rozváděče 103**Základní typová schémata elektroměrových rozváděčů 103**

Provedení elektroměrových rozváděčů	104
Dimenzování vodičů u přímého měření	105
Dimenzování vodičů u nepřímého měření	106
Zkušební svorkovnice	106
Neměřené odběry	106
Zapojení měření s jednofázovým jednosazbovým elektroměrem v síti TN-C	108
Zapojení měření s třífázovým jednosazbovým elektroměrem v síti TN-C	109
Zapojení měření s třífázovým jednosazbovým elektroměrem v síti TT	110
Zapojení měření s jednofázovým dvousazbovým elektroměrem s jednopovelovým přijímačem HDO v síti TN-C	111
Zapojení měření s třífázovým dvousazbovým elektroměrem s jednopovelovým přijímačem HDO v síti TN-C	112
Zapojení měření s třífázovým dvousazbovým elektroměrem s jednopovelovým přijímačem HDO v síti TT	113
Zapojení měření s třífázovým dvousazbovým elektroměrem a třípovelovým přijímačem HDO pro blokování přímotopného vytápění a ohříváčů TUV v síti TN-C	114
Zapojení měření s třífázovým dvousazbovým elektroměrem a třípovelovým přijímačem HDO pro vytápění tepelným čerpádlem a s blokováním přímotopného vytápění a ohříváčů TUV v síti TN-C	115
Zapojení měření s třífázovým dvousazbovým elektroměrem a třípovelovým přijímačem HDO s blokováním přímotopného vytápění a ohříváčů TUV a pro vytápění tepelným čerpádlem u odběratelů kategorie C v síti TN-C	116

Zapojení nepřímého třífázového měření proudu nad 80 A třífázovým elektroměrem a spínačem sazby v síti TN-C	117
Zapojení jednosazbových elektroměrů ve vícebytovém domě v síti TN-C	119
Zapojení dvousazbových elektroměrů ve vícebytovém domě v síti TT	120
Zapojení měření s třífázovým jednosazbovým elektroměrem v síti TN-S	121
Zapojení měření s třífázovým dvousazbovým elektroměrem s jednopovelovým přijímačem HDO v síti TN-S	122

Základní typová schémata bytových rozváděčů **123**

Bytový rozváděč jednofázový v síti TN-C-S	126
Bytový rozváděč jednofázový v síti TN-S	128
Bytový rozváděč jednofázový v síti TT	130
Bytový rozváděč jednofázový v síti TN-C-S s použitím přepětové ochrany	132
Bytový rozváděč třífázový v síti TN-C-S	134
Bytový rozváděč třífázový v síti TN-S	136
Bytový rozváděč třífázový v síti TN-C-S	138
Bytový rozváděč třífázový v síti TN-C-S, zapojení se dvěma proudovými chrániči (selektivně)	140
Bytový rozváděč, dálkové spínání stykače pomocí přijímače HDO umístěného v elektroměrovém rozváděči v síti TN-C-S	142
Bytový rozváděč, dálkové spínání stykače pomocí přijímače HDO umístěného v elektroměrovém rozváděči v síti TN-S	144
Bytový rozváděč třífázový v síti TN-C-S s použitím přepětové ochrany	146
Bytový rozváděč třífázový v síti TN-S s použitím přepětové ochrany a pojistkového odpínače	148

KAPITOLA 5

Základní zapojení stykačových kombinací **151**

Spouštění elektromotoru **151**

Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru pomocí stykače ovládané tlačítky	151
Spouštění dvou třífázových asynchronních elektromotorů pomocí vzájemně blokových stykačů ovládané tlačítky	154
Reverzace třífázového asynchronního elektromotoru pomocí stykačů ovládané tlačítky	156
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru pomocí reverzace ovládaného dvěma trojitými tlačítky	158
Reverzace třífázového asynchronního elektromotoru s blokováním okamžitého zpětného chodu	160
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru pomocí stykače ovládaného tlačítky ze třech míst	162

Postupné spouštění tří asynchronních elektromotorů přes stykače pomocí tlačítek	164
Spouštění dvou asynchronních třífázových elektromotorů pomocí stykačů, druhý s reverzací, ovládané tlačítkem na výdrž	166
Ovládání dvou asynchronních třífázových elektromotorů, druhý se zpožděním a reverzací tlačítkem na výdrž	168
Postupné zapínání čtyř třífázových asynchronních elektromotorů s použitím stykačů ovládané jedním tlačítkem	170
Brzdění třífázového asynchronního elektromotoru protiproudem přes rezistory a pomocí časového relé ovládané tlačítky	173
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru přepínáním vinutí hvězda-trojúhelník přes stykače ovládané dvěma tlačítky na výdrž	175
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru přepínáním vinutí hvězda-trojúhelník přes stykače ovládané tlačítky	177
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru přepínáním vinutí hvězda-trojúhelník přes stykače a časové relé ovládané tlačítky	179
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru hvězda-trojúhelník s použitím stykačů a brzděním DC proudem ovládané tlačítkem na výdrž	181
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru přepínáním vinutí hvězda-trojúhelník ovládané tlačítky a s brzděním DC proudem	184
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru hvězda-trojúhelník s použitím stykačů, časového relé a brzdění DC proudem tlačítkem na výdrž	187
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru hvězda-trojúhelník s použitím stykačů a časových relé, brzdění DC proudem	190
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru přepínáním vinutí hvězda-trojúhelník s použitím stykačů a s reverzací ovládané tlačítky na výdrž	193
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru hvězda-trojúhelník pomocí stykačů a časového relé s reverzací ovládanou tlačítky	196
Ovládání stavebního výtahu ze dvou míst pomocí dvou trojtlačítkových ovládačů, který je poháněn třífázovým asynchronním elektromotorem	199
Cyklické opakování reverzace třífázového asynchronního elektromotoru pomocí časového relé	202
Cyklické opakování reverzace s vypnutím třífázového asynchronního elektromotoru pomocí časového relé	204
Zapínání, vypínání a brzdění třífázového asynchronního elektromotoru pomocí stykačů ovládané jedním tlačítkem	206

KAPITOLA 6

Přílohy 209**Schematické elektrotechnické značky 209**

Zásuvky	209
Svítlidla	210
Spínače	210
Krabice rozvodné	211
Elektrické přístroje	211
Elektrické spotřebiče	212
Elektrická zařízení	213
Hromosvody	213
Způsoby uzemnění	213
Označení vodičů	214
Uložení vodičů	214
Elektrické přístroje	215
Kontakty	217
Tlačítka	217
Motory	217
Měřicí přístroje	218
Polovodiče	219
Elektrické stanice	219
Bleskojistky	219
Stožáry elektrického vedení	220
Konzoly	220
Zdivo	221
Popisy, tabulky	221

Značení vodičů 222

Elektrická střídavá soustava – AC	222
Elektrická stejnosměrná soustava – DC	222
Barevné označení žil vodičů	223
Úplná písmenová značka kabelového vodiče	223

Jističe (značení, průřez, charakteristiky) 223

Přehled požadované praxe pro pracovníky podle jednotlivých paragrafů vyhlášky č. 50/78 Sb.	226
---	------------

Rejstřík 227

Co je dobré vědět, než začnete pracovat s elektrickým proudem

Úraz elektrickým proudem

Úraz elektrickým proudem vzniká přímým působením elektrického proudu na lidský organismus dotykem nebo nežádoucími účinky způsobenými elektrickým proudem.

Úraz elektrickým proudem při dotyku může vzniknout:

- dotykem nebezpečných živých částí proti zemi
- dotykem nebezpečných živých částí různé polarity
- dotykem neživých částí elektrických zařízení, kde v případě poruchy může vzniknout nebezpečné napětí



Symbol varující před rizikem úrazu elektrickým proudem

Reakce lidského organismu na vzrůstající střídavý elektrický proud protékající lidským tělem:

- při intenzitě elektrického proudu (AC) do 0,5 mA a (DC) do 2 mA obvykle bez reakce
- při intenzitě elektrického proudu (AC) od 0,5 do 5 mA a (DC) od 2 do 25 mA vyvolává příjemné pocity brnění – tento pocit nazýváme **mez vnímání**
- při intenzitě elektrického proudu (AC) od 5 mA a (DC) od 25 mA nastává křeč, která postiženému znemožní vlastní vyproštění – překročí se **mez uvolnění**
- při intenzitě elektrického proudu (AC) od 30 mA a (DC) od 120 mA nastává ochrnutí srdečního svalu (chvění srdečních komor) – tzv. **hranice fibrilací**

V každé periodě srdečního tepu je obsažena tzv. **vulnerabilní** (zranitelná) **fáze**, trvající asi 0,2 s, která značně ovlivňuje vznik fibrilace srdečních komor.

Účinky impulzních proudů vznikajících při přeskoku jiskry z živé části vysokého napětí na člověka nebo při výboji kondenzátoru nazýváme **mez bolestivosti**.

První pomoc při úrazu elektrickým proudem

Laická pomoc při úrazu elektrickým proudem (postup):

1. Vyproštění postiženého
2. Zjištění zdravotního stavu
3. Neodkladná resuscitace
4. Laické ošetření případných zranění
5. Přivolání lékaře
6. Ohlášení úrazu



Vyproštění postiženého

Vypnutí rozvaděče. Při úrazu nízkým napětím lze vyprostit postiženého i odtažením za suchý oděv. Při úrazu vysokým napětím se zachránce k postiženému přibližuje drobnými krůčky (krokové napětí) a snaží se jej vyprostit buď odsunutím spadlého vodiče pomocí izolačního předmětu (suchá dřevěná hůl), nebo odtažením postiženého tak, aby jeho vzdálenost k postiženému byla co nejkratší (co nejmenší potenciálový rozdíl).

Zjištění zdravotního stavu

Ověříme, zda je postižený při vědomí a zda jsou u něj zachovány základní životní funkce (ventilace plic a krevní oběh).

Neodkladnou resuscitaci nezahajujeme, jsou-li spolehlivé známky smrti (posmrtné skvrny, posmrtná ztuhlost a mrtvolný zápach).

Postiženého v bezvědomí, který tyto známky nejeví, položíme na znak a podložením umožníme záklon hlavy, abychom uvolnili dýchací cesty.

Zástava krevního oběhu vzniká při fibrilaci srdečních komor nebo při úplné zástavě srdce.

Je nutné ihned zahájit nepřímou srdeční masáž.

Neodkladná resuscitace

Umělé dýchání z plic do plic.

Postup při umělém dýchání z plic do plic:

Hlavu postiženého zakláníme dozadu jednou rukou pod krkem a tlakem druhé ruky na čelo. Palcem a ukazovákem této ruky stlačujeme nosní dírky postiženého. Zhluboka se ústy nadechneme a překryjeme svými ústy ústa postiženého. Vydechneme vzduch do postiženého a pozorujeme, zda se zvedá jeho hrudník. Oddálíme ústa a necháme postiženého pasivně vydechnout, přičemž pozorujeme pokles hrudníku.

Při úplné zástavě dechu se doporučuje provést nejprve několik rychlejších vdechů a pak zpomalit do normálního dechového rytmu (jeden cyklus za 3 až 4 vteřiny).

Postup při nepřímé srdeční masáži:

Vyhmatáme rukou spodní okraj hrudního koše. Spojení obou rukou položíme na spodní okraj hrudního koše, přičemž ramena zachránce jsou přímo nad hrudníkem a lokty narovnané, aby tlak působil kolmo dolů. Stlačujeme hrudník pravidelně, plynule a nepřerušovaně v rytmu 80 stisků za minutu. Stlačení hrudní kosti musí být asi 3 až 5 cm.

Provádějí-li umělé dýchání i nepřímou srdeční masáž současně dva zachránci (totéž platí i pro jednoho zachránce), zařazují se 2 umělé vdechy za každým 30. stlačením hrudníku.

Laické ošetření případných zranění

Při úrazech elektrinou to bývá:

- popálení elektrickým obloukem při zkratu
- zevní krvácení z řezné nebo tržné rány
- pádem z výšky způsobené zlomeniny, vykloubení, vnitřní zranění
- následný šok

Popáleniny

Chladíme čistou studenou vodou po dobu asi 15 až 20 minut. Po chlazení popáleninu volně pokryjeme sterilním obvazem a další ošetření přenecháme lékaři.

Zevní krvácení

Při krvácení většího rozsahu, zejména tepenném, lze vždy použít stlačení krvácející cévy prsty, dlaní nebo sterilním tampónem přímo v ráně nebo stlačení přírodní tepny v tlakovém bodě (tlakový obvaz nebo zaškrcovadlo).

Zlomeniny

Nenapравujeme je. Provedeme znehybnění klasickými nebo improvizovanými dlahami nebo přitážením k tělu.

Šokový stav

Vzniká snížením krevního oběhu v důsledku ztráty krve.

Rozvinutý šok se projevuje nejčastěji těmito příznaky:

- pocit slabosti, závratě, neostře vidění, netečnost, ospalost
- úzkost a neklid
- nutkavý pocit žízně
- nevolnost až zvracení

Dovolíme postiženému, aby zaujal polohu, kterou považuje za nejpohodlnější. Nepodáváme mu tekutiny a při čekání na zdravotnickou pomoc trvale kontrolujeme jeho stav. Při větší ztrátě krve uložíme postiženého tak, aby měl dolní končetiny zdviženy asi 30 cm nad podlahou.

Řivolání lékaře

Lékař po příjezdu na místo úrazu použije účinnější resuscitační postupy.

Ohlášení úrazu

Úraz elektrickým proudem hlásíme svému přímému nadřízenému (vedoucímu). Postup při hlášení úrazu popisují příslušné předpisy právní povahy.

Nezbývá než připomenout, že pro každého elektrotechnika je znalost první pomoci při úrazech elektrinou potřebná nejen z právního, ale i etického hlediska, protože mu umožňuje, aby v kritické chvíli zachránil lidský život.

Dvakrát měř, než sáhneš na živou část elektrického zařízení, která může být pro tebe osudnou.

Pro práci pod napětím a v blízkosti částí s napětím platí obecné zásady

Pracující musí být v dobrém fyzickém i psychickém stavu a nesmí být pod vlivem alkoholu nebo drog.

Pracující musí mít na sobě suchý a upnutý oděv. Prádlo a oděv nesmí být ze snadno vznětlivých látek. Zakazuje se pracovat s vyhrnutými rukávy. Rukávy musí být v zápěstí zapnuty.

Pracující nesmí mít na těle kovové předměty (prsteny, řetízky, hodinky, náramky, náušnice, pearcingy, kovové obroučky brýlí, štítky nebo jiné kovové součásti).



Upozornění: Neposkytnutí první pomoci osobě v nebezpečí smrti nebo vážně ohrožené na zdraví je trestné.

Tísňová volání

- 112** Integrovaný záchranný systém
- 150** Hasiči
- 155** Záchranná služba
- 156** Městská policie
- 158** Policie

Osoba seznámená dle § 3 vyhlášky č.50/78 Sb.

Pracovníci (žáci), kteří v organizaci ovládají nebo obsluhují elektrická zařízení a jsou bez elektro-technické kvalifikace, musí organizace proškolit podle § 3 „Osoba seznámená“ nebo §4 „Osoba poučená“.

Každý z výše jmenovaných paragrafů popisuje činnosti, které může pracovník (žák) provádět během práce či výuky v dílnách na elektrickém zařízení.

Pověřený pracovník organizace (učitel odborného výcviku) provede patřičná školení, kdy pracovníky (žáky) seznámí s elektrickým zařízením, především s obsluhou a údržbou elektrického zařízení, dále s nebezpečími, která mohou vzniknout v důsledku nepozornosti během obsluhy nebo ovládání elektrického zařízení atd.

Po provedeném školení následuje vyhotovení zápisu, který podepíší všichni proškolení pracovníci nebo žáci a také pověřený školitel.

Pracovníci (žáci) mohou provádět podle § 3 „Osoba seznámená“ především ovládání a obsluhu elektrických zařízení.

Mohou provádět opravy a úpravy elektrického zařízení bez napětí.

Nesmí používat elektrická zařízení, která jsou viditelně poškozena nebo jeví známky poškození.

Pracovníci (žáci) se nesmí k živé části elektrického zařízení, která není pod krytem, přiblížit na menší vzdálenost než 1 m.

Pracovníci organizace mohou sami manipulovat s prodlužovacími šňůrami, vyměňovat pojistky, žárovky a provádět běžné čisticí a udržovací práce při vypnutém elektrickém zařízení.

Bližší informace lze získat z normy „Obsluha a práce na elektrických zařízeních, ČSN EN 50 110-1 ed.2“, s účinností od 1. 8. 2005.

Rozvod elektřiny

Výroba elektrické energie

Stále rostoucí potřebu elektrické energie pro průmysl, dopravu i domácnosti mohou uspokojit jen dostatečně výkonné elektrárny. Na elektrickou energii se v nich přeměňuje teplo, energie proudící vody, jaderná energie, využívá se energie větru, slunečního záření nebo mořského přílivu. V České republice patří k dostupným zdrojům pro výrobu elektrické energie:

- tepelné elektrárny (červená)
- jaderné elektrárny (žlutá)
- vodní elektrárny (modrá)

V této kapitole:

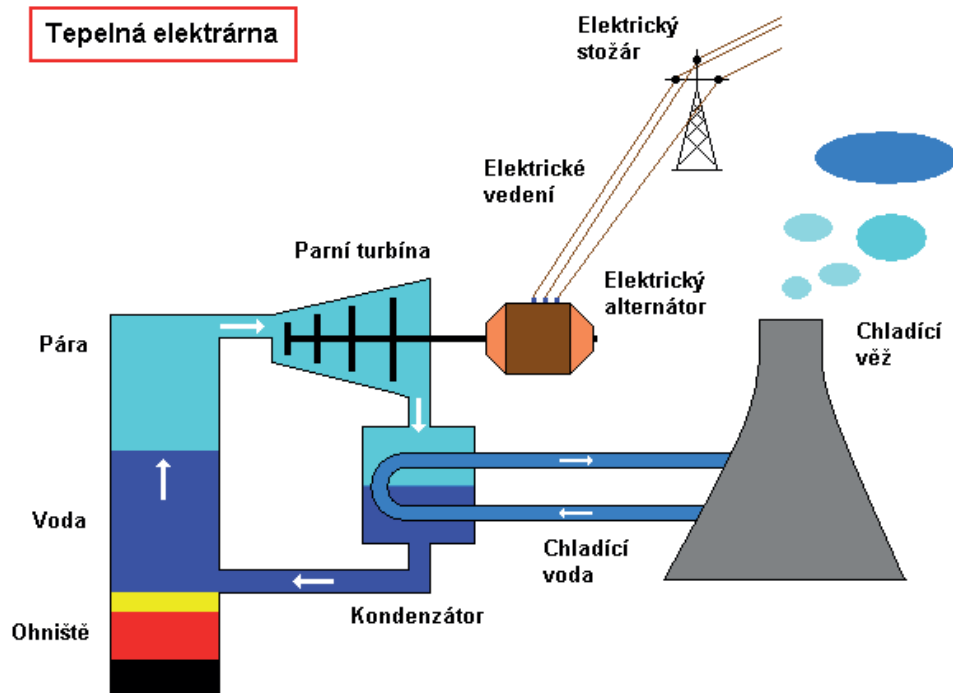
- Výroba elektrické energie
- Jednotlivé druhy elektrických sítí nn
- Schéma silového rozvodu obytného objektu
- Materiál pro elektrické rozvody
- Jištění a kontrola provozního stavu
- Měření izolačního odporu elektrické instalace
- Měření odporu uzemnění pomocí přístroje PU 430
- Sdělovače a ovladače (ČSN EN 60073)



Obrázek 1.1 Přehled elektráren ČR

Klasická tepelná elektrárna

Tepelná elektrárna

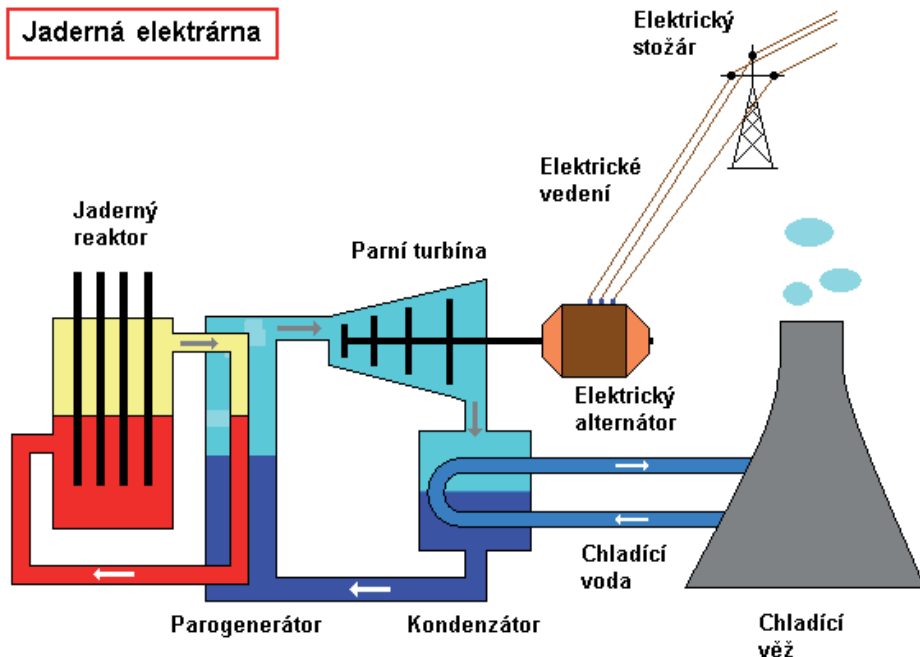


Obrázek 1.2 Schéma tepelné elektrárny

Spalováním fosilního paliva, obvykle hnědého energetického uhlí, se uvolňuje teplo, kterým se v parním kotli zahřívá voda, a vzniká pára o vysoké teplotě a tlaku. Pára proudí na lopatky parní turbíny, ve které se část energie páry přemění na kinetickou energii turbíny. Na společné ose s turbínou je generátor elektrického proudu. Tomuto soustrojí se říká turbogenerátor nebo turboalternátor. Pára se po průchodu turbínou odvádí do kondenzátoru, kde se chladí velkým množstvím chladicí vody. Zkapalněná pára se čerpadlem vhání zpět do parního kotle a celý koloběh se opakuje. U každé tepelné elektrárny stojí obrovské betonové chladicí věže (obr. vlevo), nad kterými se neustále vznášejí bílé obláčky vodní páry.

V chladicích věžích se proudem vzduchu ochlazuje chladicí voda, která v kondenzátoru ochlazovala páru a tím se sama zahřála. Kromě výše popsané elektrárny vyrábějící pouze elektrickou energii (tzv. kondenzační elektrárna) jsou dnes běžně v provozu i elektrárny, ve kterých probíhá kombinovaná výroba elektřiny a tepla. K výrobě elektřiny se nevyužívá veškerá dostupná energie páry, ale část energie se využívá k dálkovému vytápění bytů a průmyslových objektů. Elektrárna slouží jako **kombinovaný zdroj** elektrické energie a tepla.

Jaderná tepelná elektrárna



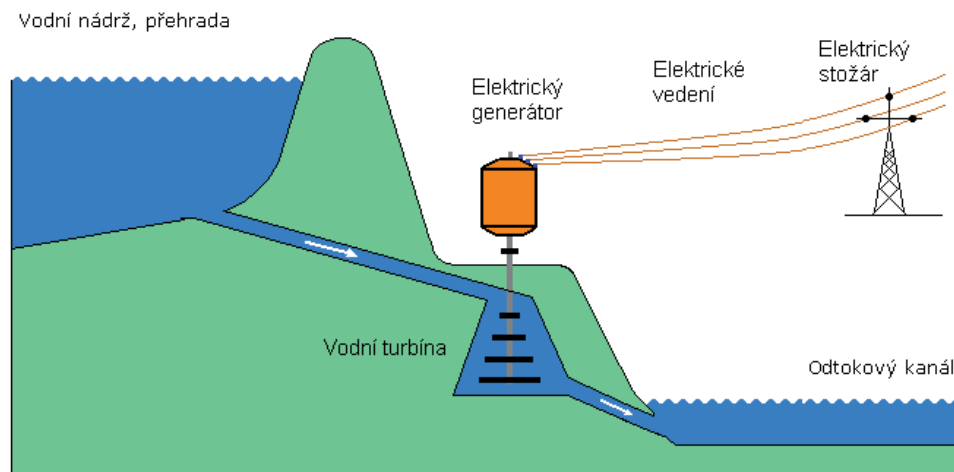
Obrázek 1.3 Schéma jaderné elektrárny

Liší se od klasické tepelné elektrárny v podstatě jen zdrojem tepla potřebného ke vzniku páry. Tímto zdrojem je jaderný reaktor, ve kterém se teplo získává štěpením jader uranu 235. Kvůli ochraně před radioaktivním zářením je tepelný systém jaderné elektrárny dvouokruhový. Voda v primárním okruhu proudí aktivní zónou reaktoru a odebírá teplo vzniklé štěpením a v parogenerátoru (tepelném výměníku) se pak tímto teplem zahřívá voda sekundárního okruhu. Vzniklá pára pohání turbínu stejně jako v klasické tepelné elektrárně.

Vodní elektrárny – hydroelektrárny

U nás jsou v provozu tři druhy vodních elektráren: průtočné, akumulární a přečerpávací. V hydroelektrárnách voda roztáčí lopatky vodních turbín (Francisova, Kaplanova, Peltonova), které pohánějí generátor elektrického proudu.

Vodní elektrárna



Obrázek 1.4 Schéma vodní elektrárny

Vodní turbíny

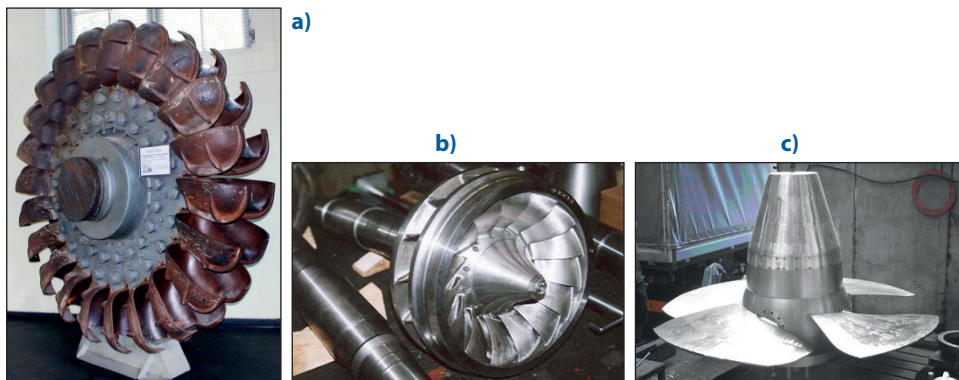
Typ turbíny určuje způsob, jakým se energie vody přeměňuje na kinetickou energii vodní turbíny. Nejčastěji používanými typy turbín v současné době jsou:

- **Peltonova** – používá se pro větší výkony, velký spád a menší průtok vody. Voda se přivádí hubicí ve směru tečny k obvodu kola a dopadá na lopatky rotoru. Výkon se reguluje kuželem v hubici.
- **Francisova** – používá se pro velký rozsah spádů i průtoků a je dnes nejrozšířenější přetlakovou turbínou. Voda proudí do spirálové skříně turbíny, protéká rozváděcím kolem, naráží na lopatky oběžného kola a odtéká sací troubou. Výkon se reguluje natáčením lopatek rozváděcího kola.
- **Kaplanova** – je to vrtulová turbína, která má natáčivé lopatky rozváděcího i oběžného kola. Je vhodná pro vodní elektrárny s kolísavým průtokem a spádem. Předností tohoto typu jsou vysoké otáčky, což umožňuje používat generátory jednodušší konstrukce.
- **Dériazova** – jedná se o diagonální upravenou Kaplanovu turbínu.

Z energetického hlediska jsou nejvýznamnější elektrárny akumulární, využívající potenciální energii vody zadržené přehradními hrázemi. Odtok vody z přehrady – a tím i výroba elektrické energie – se reguluje podle časového zatížení energetického systému. Tyto elektrárny vyrábí energii převážně jen v době energetických špiček, kdy dochází k největší spotřebě elektrické energie.

Výkon jaderných elektráren se během provozu prakticky nemění, takže v době snížené spotřeby (např. v noci) je v **energetické síti** energie přebytek. Přecherčovací elektrárny tohoto nočního

přebytku elektrické energie z jaderných elektráren využívají. Vodní turbína může pracovat i v obráceném režimu jako čerpadlo (tzv. reverzní turbína) a generátor se po připojení napětí stane **elektromotorem**. Ve dne voda z horní nádrže proudí na turbínu a roztočený generátor produkuje elektřinu. V noci elektromotor pohání čerpadlo, které čerpá vodu z dolní nádrže zpět do horní nádrže, aby mohla ve dne znovu pohánět turbínu.

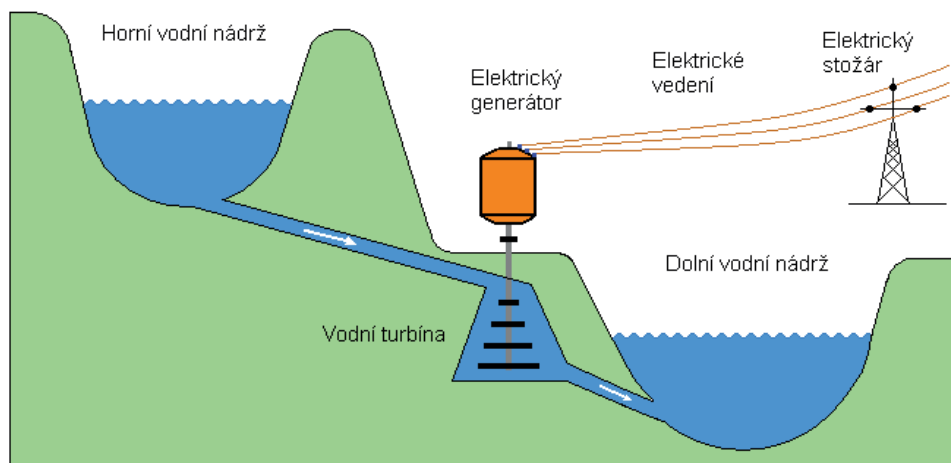


Obrázek 1.5 Turbíny: a) Peltonova, b) Francisova, c) Kaplanova

Přečerpávací elektrárny

Přečerpávací elektrárna

Provoz během dne



Obrázek 1.6 Schéma přečerpávací elektrárny

V naší republice jsou v provozu tři přečerpávací vodní elektrárny: Štěchovice II, Dlouhé stráně v Jeseníkách a Malešice u Dukovan. Vodní dílo Dalešice z let 1970–1978 je součástí vodních děl zajišťujících provoz nedaleké Jaderné elektrárny Dukovany. 100 metrů vysoká hráz zadržuje 127 milionů m^3 vody. U paty hráze je přečerpávací elektrárna se čtyřmi reverzními Francisovými turbínami pro spád 90 m s celkovým výkonem $4 \times 112,5$ MW. Pro výrobu energie i jako pohon čerpadel jsou použity synchronní generátory s výstupním napětím 13,8 kV. Toto napětí se pro dálkový přenos transformuje na 420 kV. Elektrárna má svým výkonem 450 MW a rychlostí uvedení do plného výkonu za 30 sekund nezastupitelnou úlohu při regulaci výkonu celostátního energetické soustavy i jako okamžitá poruchová rezerva.

Alternativní zdroje elektrické energie

Ze zdrojů, využívajících k výrobě elektřiny obnovitelné zdroje energie mají kromě vodních elektráren největší význam a perspektivu solární (sluneční) a větrné elektrárny. V našich podmínkách se solární a větrná energie podílí na dodávkách elektrické energie jen minimálně. Kromě technických problémů a vysokých pořizovacích nákladů je problém také v tom, že solární a větrná energie mají v porovnání s ostatními zdroji velmi malou výkonovou hustotu (jednotka kWh/m^2). Jde o to, že na výrobu určitého množství energie musí mít technické zařízení určité rozměry. Následující tabulka ukazuje, že z tohoto hlediska (a tím i z hlediska ekonomického) jsou na tom obnovitelné zdroje velmi špatně:

■ větrná elektrárna	0,13 kWh/m^2
■ solární elektrárna	0,25 kWh/m^2
■ vodní elektrárna	108 kWh/m^2
■ uhelná elektrárna	500 kWh/m^2
■ jaderná elektrárna	650 kWh/m^2

Z obnovitelných zdrojů má pro velkovýrobu význam jenom energie vodní, zatímco solární a větrné elektrárny najdou využití zejména v místech, kde není k dispozici energie z rozvodné sítě.

Z elektrárny po zásuvku

Elektrická energie je pro svou univerzálnost, relativně jednoduchou výrobu, „přepřavu“ od zdroje k místu spotřeby i přeměnu na jiné formy energie považována za nejušlechtlejší druh energie. Dá se technicky poměrně snadno a s velkou účinností měnit na jiný druh energie:

- **mechanická** – elektromotory (účinnost přes 90 %)
- **teplo** – tepelné spotřebiče, chladničky (účinnost přes 90 %)
- **elektrická** – transformátory, usměrňovače, měniče (účinnost až 98 %)
- **zářivá** – žárovky (účinnost do 8 %), zářivky a výbojky (účinnost až 40 %)
- **chemická** – galvanické články, elektrolýza (účinnost kolem 90 %)
- **jaderná** – urychlovače částic (účinnost asi 50 %)

Elektrárny vyrábějí **trojfázový střídavý proud** o napětí několik tisíc voltů. Pro přenos na velké vzdálenosti se toto napětí přímo v elektrárně transformuje na velmi vysoké napětí 110 kV, 220 kV nebo 400 kV. Nadzemními vedeními jsou jednotlivé elektrárny připojeny do **rozvodné sítě**. Rozvodná síť má velmi složitou strukturu, která zajišťuje jednak přenos na velké vzdálenosti při napětí 400 kV a 220 kV, jednak distribuci elektrické energie k jednotlivým spotřebitelům. Spojovacím prvkem mezi přenosovou a distribuční částí rozvodné sítě jsou **transformační stanice**.

Proč se k dálkovému přenosu elektrické energie používá co nejvyšší napětí?

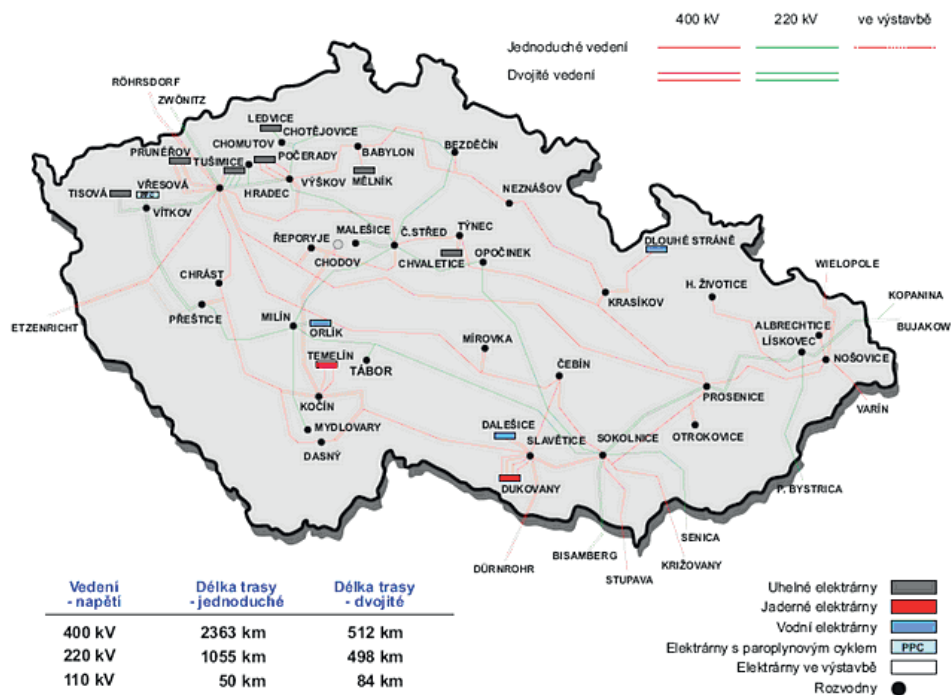
Důvodem je snížení ztrát při přenosu. Ekonomičtější je proto používat k přenosu na větší vzdálenosti co nejvyšší napětí, aby procházel co nejnižší proud. Teprve před místem spotřeby se napětí transformuje na poměrně bezpečnou hodnotu 230 V a 400 V.

Proč se k dálkovému přenosu elektrické energie běžně nepoužívá napětí vyšší než 400 kV?

Důvodem je elektrické pole kolem vodičů, které je při vyšších napětích už tak silné, že zejména na hrotech vzniká **koróna**. Zvláště ve vlhkém počasí tato koróna způsobuje sršení (slyšitelné jako praskot a viditelné jako světélkování v okolí vodičů) a to výrazně zvyšuje ztráty elektrické energie. Vyšší napětí by vyžadovalo také odolnější izolátory a další nákladné konstrukční úpravy.

Přenosová soustava

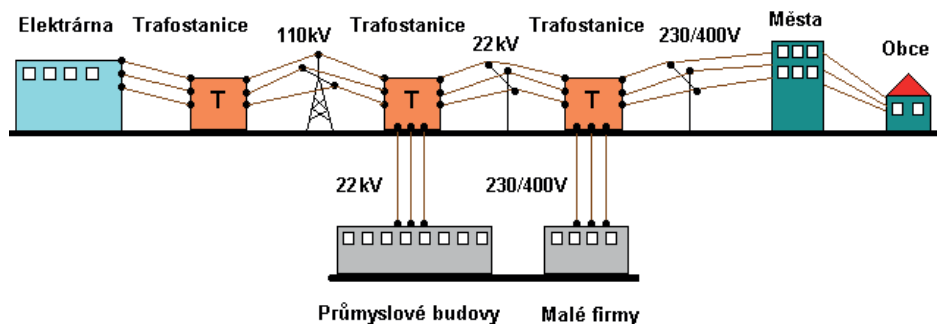
Dálkový přenos energie zajišťuje přenosová síť vedení velmi vysokého napětí. Linky propojují jednotlivé zdroje a transformační stanice, aby bylo možno operativně řídit přenos energie v závislosti na okamžité spotřebě elektřiny v různých oblastech i v případě poruchy na některé části sítě. Už od 60. let 20. století byla naše přenosová síť propojena s přenosovými soustavami tehdejších socialistických zemí. V roce 1995 byla naše přenosová síť propojena se západoevropskou soustavou UCPT. V naší republice dnes máme přes 3 000 km linek o napětí 400 kV a přibližně 2 000 km linek s napětím 220 kV. Na mapce jsou červenou barvou znázorněny linky 400 kV, zelenou barvou linky 220 kV.



Obrázek 1.7 Mapa přenosové sítě ČR

Distribuční síť

Schéma distribuční sítě



Obrázek 1.8 Schéma distribuční sítě

V transformační stanici se velmi vysoké napětí transformuje na vysoké napětí 110 kV, část elektrické energie se přivádí do velkých podniků těžkého průmyslu a do měníren zajišťujících napájení elektrifikovaných železničních tratí. Zbývající část se distribuuje k dalším spotřebitelům (lehký průmysl, města, obce), kde se transformuje na napětí 22 kV. K poslední transformaci na nízké napětí 230 V a 400 V dochází v samotných podnicích, obcích a městských částech. Do našich domácností tak přichází elektrický proud nízkého napětí, který rozsvítí žárovku nebo pohání elektromotor vysavače. Jednofázové spotřebiče, osvětlení nebo zásuvky jsou napájeny napětím 230 V. Třífázové spotřebiče, stroje a zásuvky jsou napájeny třífázovým napětím 400 V.

Napětí sítě

Zde uvádíme úrovně napětí používané pro klasifikaci elektrických sítí a při konstrukci elektrických přístrojů, strojů a zařízení. Napěťové stupně se definují napětím mezi vodiči (tj. ve vícefázových soustavách sdruženým napětím). V ČR se používají následující napěťové stupně:

- | | |
|---|---------------|
| ■ malé napětí do 50 V včetně | – zkratka mn |
| ■ nízké napětí nad 50 V do 1000 V včetně | – zkratka nn |
| ■ vysoké napětí nad 1000 V do 52 kV | – zkratka vn |
| ■ velmi vysoké napětí od 52 kV do 300 kV | – zkratka vvn |
| ■ zvlášť vysoké napětí od 300 kV do 800 kV včetně | – zkratka zvn |
| ■ ultravysoké napětí nad 800 kV | – zkratka uvn |

Jak je již výše uvedeno, v našich domácnostech je k dispozici nízké napětí 230 V a 400 V. Nízké napětí 230 V (jednofázové) se naměří mezi nulovým vodičem a libovolnou fází. Napětí 400 V (třífázové) je potenciál mezi libovolnými dvěma fázemi.

Jednotlivé druhy elektrických sítí nn

Sítě TN

V síti TN závisí bezporuchovost uzemnění instalace na spolehlivosti a účinnosti spojení vodičů PEN nebo PE se zemí.

Neživé části instalace musí být spojeny pomocí ochranného vodiče s hlavní uzemňovací přípojnici instalace, která musí být spojená s uzemněným bodem silové napájecí sítě.

Vodič PEN se používá v pevných instalacích připojených na síť TN s vodiči, jejichž průřez není menší než 10 mm² mědi nebo 16 mm² hliníku.

Charakteristiky ochranných přístrojů a impedance obvodů musí být takové, aby došlo v případě poruchy o zanedbatelné impedanci, která může vzniknout kdekoliv v instalaci mezi fázovým vodičem a ochranným vodičem nebo neživou částí, k automatickému odpojení od zdroje v předepsaném čase (0,4 s nebo 5 s).

Přitom musí být splněna tato podmínka: $Z_s \times I_a \leq U_o$ nebo $Z_s \leq \frac{U_o}{I_a}$

$$Z_s \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_o}{I_a} \text{ následovně } 1,5 \times Z_s \times I_a \leq U_o$$

$$I_a = I_n \times k$$

Kde: Z_s – impedance poruchové smyčky (v ohmech Ω)

U_o – jmenovité střídavé nebo stejnosměrné napětí vodiče vedení vůči zemi ve voltech

I_a – proud v ampérech (A) vyvolávající automatické odpojení v době stanovené normou, který se dále určuje ze vztahu:

1,5 – bezpečnostní součinitel (chyby při měření)

I_n – je jmenovitý proud nadproudového jisticího prvku (jističe)

k – součinitel vypínací charakteristiky nadproudového jisticího prvku (jističe A,B,C,D)

Změřená impedance poruchové smyčky – Z_{sm}

$$Z_s = 1,5 \times Z_{sm} \qquad 1,5 \times Z_{sm} \frac{U_o}{I_n \times k}$$

Praktický příklad výpočtu impedanční smyčky

Zadání příkladu: V zásuvce jsme naměřili hodnotu impedance smyčky $Z_{sm} = 0,75 \Omega$. Obvod je jištěn jističem 16 A s charakteristikou B.

$$Z_s \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_o}{I_a} \quad \text{po dosazení} \quad Z_s \leq \frac{2}{3} \times \frac{230}{16 \times 5} \quad \text{výpočet } 1,92\Omega$$

$$Z_{sm} = 0,75 \leq Z_s = 1,92\Omega$$

Vyhodnocení měření: Naměřená hodnota impedance poruchové smyčky vyhovuje.

Levá strana je nižší než pravá.

Pokud by však byla na levé straně vyšší hodnota než na pravé, naměřená hodnota impedance smyčky by nevyhověla a nebyla by splněna podmínka pro automatické odpojení od zdroje v předepsaném čase.

Vypínací charakteristiky jističů

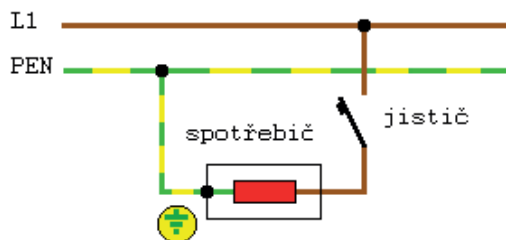
A – nad $0 I_n$ do $3 I_n$ – el. zařízení citlivá na proudové rázy (zařízení s polovodiči)

B – nad $3 I_n$ do $5 I_n$ – el. zařízení nezpůsobující proudové rázy (jištění vedení)

C – nad $5 I_n$ do $10 I_n$ – el. zařízení, která způsobují proudové rázy (motory)

D – nad $10 I_n$ do $20 I_n$ – el. zařízení s vysokými proudovými rázy (transformátory)

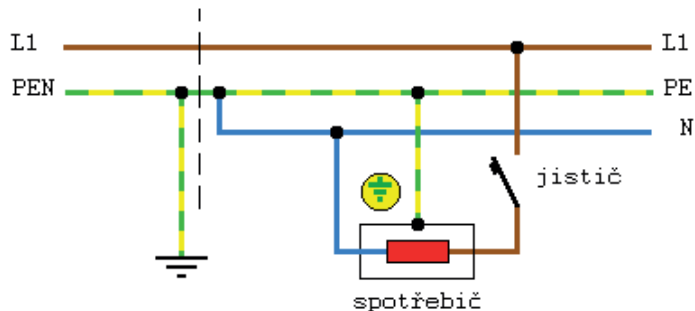
Síť TN – C



Obrázek 1.9 Schéma zapojení v síti TN-C

Vodič PEN plní dvě funkce: ochrannou PE a pracovní N. Vodič PEN je u starších elektroinstalací (ČSN 34 10 10) nejdříve připojen na kostru spotřebiče a následovně pokračuje na svorkovnici spotřebiče. Vodič PEN se nesmí vypínat a jistit. Proudový chránič nesmí být používán v sítích TN-C.

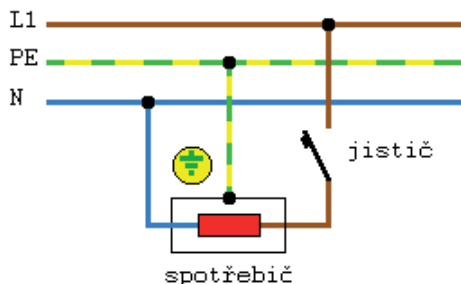
Síť TN - C - S



Obrázek 1.10 Schéma zapojení v síti TN-C-S

K rozdělení vodiče PEN dochází buď v elektroměrovém, nebo bytovém rozváděči. Po rozdělení vodiče PEN se nesmí jednotlivé vodiče PE a N znovu spojit. V případě použití proudového chrániče v síti TN-C-S nesmí být vodič PEN použit za chráničem na straně zátěže. Spojení ochranného vodiče s vodičem PEN musí být provedeno před chráničem, tj. na straně zdroje.

Síť TN - S



Obrázek 1.11 Schéma zapojení v síti TN-S

Elektrické instalace prováděné v budovách občanské výstavby a v rodinných domcích musí být v provedení TN-S nebo TN-C-S a ve většině případů jsou doplněny proudovými chrániči. Stávající elektrická zařízení se kontrolují a revidují i s přihlédnutím k zrušené ČSN 34 10 10.

Sítě TT

Všechny neživé části společně chráněné stejným ochranným přístrojem musí být spojeny ochrannými vodiči se zemnicem, který je pro všechny tyto neživé části společný.

V sítích TT se musí pro ochranu při poruše používat proudové chrániče a je možno použít i nadproudové ochranné přístroje při trvale zajištěné dostatečně nízké hodnotě Z_s (automatické odpojení 0,2 s nebo 1 s).

Jestliže doba vypnutí nemůže být splněna, je nutno provést doplňující ochranné pospojování.

Jestliže je pro ochranu při poruše použit proudový chránič, musí být splněna tato podmínka:

$$R_A \times I_{\Delta n} \leq 50 V$$

Kde: R_A – součet odporů v ohmech zemniče a ochranného vodiče k neživým částem

$I_{\Delta n}$ – jmenovitý reziduální vybavovací proud proudového chrániče

Jestliže je použit nadproudový ochranný přístroj, musí být splněna následující podmínka:

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

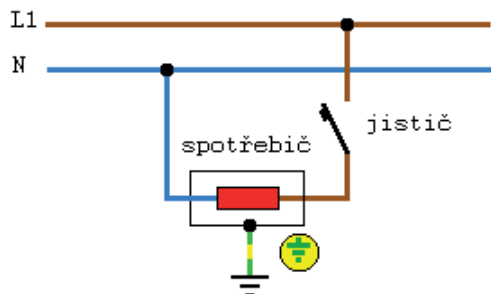
Kde: Z_s – impedance v ohmech poruchové smyčky

I_a – proud v ampérech vyvolávající automatickou funkci odporovacího přístroje ve stanovené době

U_o – jmenovité střídavé nebo stejnosměrné napětí vodiče vedení vůči zemi ve voltech

Uzemnění pro vodič PE se provádí u rozváděče. Hodnota uzemnění nesmí být větší než 15Ω .

Síť TT



Obrázek 1.12 Schéma zapojení v síti TT

Sítě IT

V sítích IT musí být živé části izolovány od země nebo spojeny se zemí přes dostatečně vysokou impedanci. Toto spojení může být provedeno v nulovém nebo středním bodě sítě nebo v umělém nulovém bodě. Umělý nulový bod může být přímo spojen se zemí, jestliže výsledná impedance proti zemi je při frekvenci sítě dostatečně vysoká. Jestliže nulový nebo střední bod neexistuje, může se přes velkou impedanci uzemnit vodič vedení.

Neživé části musí být uzemněny jednotlivě, po skupinách nebo společně.

Musí být splněna tato podmínka:

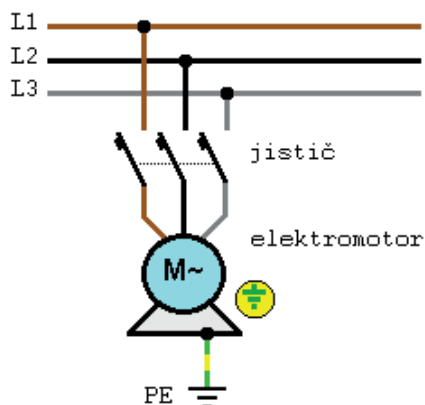
- ve střídavých sítích $R_A \times I_d \leq 50 V$
- ve stejnosměrných sítích $R_A \times I_d \leq 120 V$

Kde: R_A – součet odporů v ohmech zemniče a ochranného vodiče k neživým částem

I_d – poruchový proud v ampérech při první poruše o zanedbatelné impedanci mezi vodičem vedení a neživou částí.

Síť IT

V případech, kdy je síť IT použita z důvodu zajištění stálého napájení, musí být použit hlídač izolačního stavu, aby signalizoval výskyt první poruchy mezi živou částí a neživými částmi a zemí. Tento přístroj musí spustit zvukový nebo vizuální signál, který musí trvat tak dlouho, dokud porucha trvá. Doporučuje se, aby první porucha byla co nejdříve odstraněna.



Obrázek 1.13 Schéma zapojení v síti IT

Schéma silového rozvodu obytného objektu

Rozdělení elektrického rozvodu v objektu

1. Přípojka
2. Hlavní domovní vedení
3. Odbočky k elektroměrům
4. Vedení od elektroměrů k jednotlivým bytovým rozvodnicím
5. Rozvod za bytovou rozvodnicí

Přípojka

Začíná u venkovního nebo kabelového vedení nn a končí u přípojkové skříň. Přípojková skříň se umísťuje vedle vchodových dveří do domu. U kabelových přípojek vedených v zemi se přípojková skříň usazuje spodním okrajem 0,6 m od konečného terénu. Přípojka provedená venkovním vedením se umísťuje 2,5 až 3 m od konečného terénu. Přípojka se provádí kabelovými vodiči o minimálním průřezu AYKY-J 4x 16 mm² nebo CYKY-J 4x 10 mm².

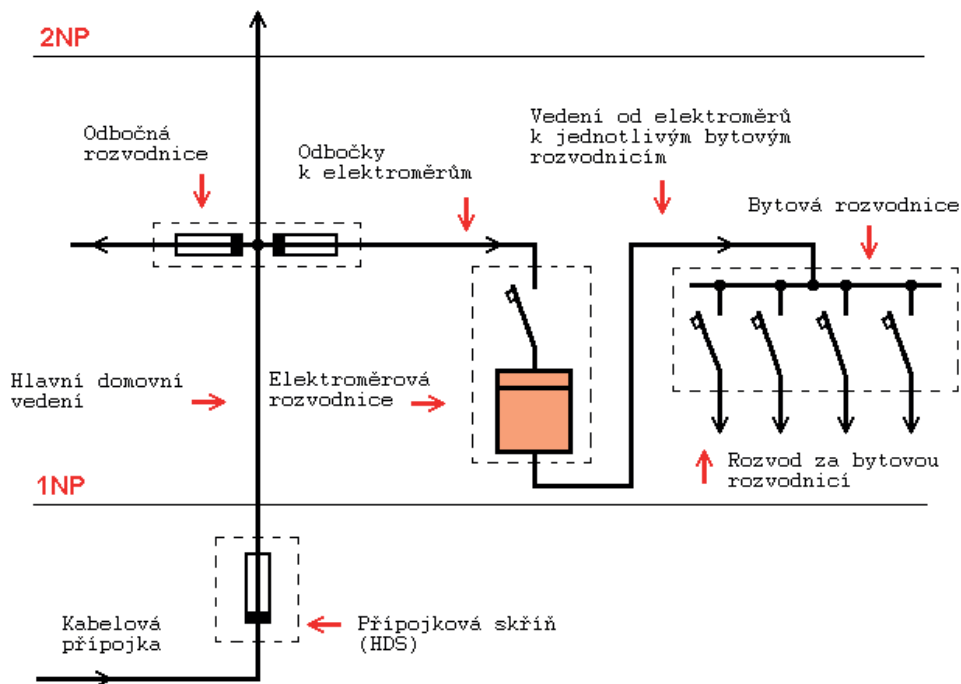
Hlavní domovní vedení (HDV)

Vede od přípojkové skříň (HDS) až k poslední odbočce k elektroměru. HDV se jistí v přípojkové skříni (HDS) nožovými nebo závitovými pojistkami. Délka HDV má být co nejkratší (max. 20 m). HDV se provádí vodiči AY 16 mm² nebo CY 10 mm².

Odbočky k elektroměrům

Odbočujeme-li v odbočných rozvodnicích, musí být jejich spodní okraj 1,8 až 2,5 m nad podlahou. Odbočky k elektroměrům se provádí vodiči AY 10 mm² nebo CY 6 mm². Délka odboček k elektroměrům má být maximálně 15 m. Odbočky k elektroměrům se jistí v odbočných

rozvodnicích. Odbočku k elektroměrům kratší než 3 m lze jistit před elektroměrem. Jmenovitý proud jističe před elektroměrem u 1fázového rozvodu při příkonu 5,5 kW je 1x 25 A a u 3fázového rozvodu při příkonu 14 kW je 3x 25 A.



Obrázek 1.14 Schéma silového rozvodu obytného objektu

Vedení od elektroměru k jednotlivým bytovým rozvodnicím

Jistí se jističem před elektroměrem. Platí stejné zásady jako pro odbočky k elektroměrům. Úbytek napětí (ΔU) u světelných obvodů nemá být větší než 2 %, u měřidel a vařidel 3 % a ostatních elektrických obvodů (motory) 5 %.

Rozvod za bytovou rozvodnicí

- Světelný obvod max. 10 svítidel, jištění 1x 6–10 A/B, vodič CY 3x 1,5 mm²
- Zásuvkový obvod max. 10 zásuvek, jištění 1x 10–16 A/B, vodič CY 3x 2,5 mm²
- Automatická pračka (samostatný přívod), zásuvka 1x 16 A/B, vodič CY 3x 2,5 mm²
- El. sporák (samostatný přívod), sporáková kombinace 3x 16 A/B, vodič CY 5x 2,5 mm²
- Mikrovlnná trouba (samostatný přívod), zásuvka 1x 16 A/B, vodič CY 3x 2,5 mm²
- Myčka nádobí (samostatný přívod), zásuvka 1x 16 A/B, vodič CY 3x 2,5 mm²
- Plynový kotel (samostatný přívod), zásuvka 1x 10 A/B, vodič CY 3x 1,5 mm²
- Spínací hodiny, síťový napáječ, cívka stykače 1x 2 A/B, vodič CY 2x 1,5 mm²
- Oběhové čerpadlo topení 1x 2 A/B, vodič CY 3x 1,5 mm²

Materiál pro elektrické rozvody

Dělíme na:

1. Vodiče
2. Úložný materiál
3. Spojovací materiál
4. Upevňovací materiál
5. Pomocný materiál

Vodiče

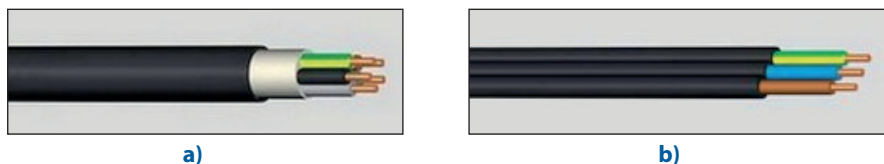
Vodiče nám slouží k vedení elektrického proudu v uzavřeném elektrickém obvodu.

Jednožilové vodiče se převážně používají v rozváděcích, elektroinstalačních trubkách, lištách a Lv žlabech.

Můstkové vodiče ukládáme do omítky nebo přímo do zdiva.

Kabelové vodiče se převážně používají na kabelové rošty, kanály, do kabelových výkopů přímo v zemi.

Šňůry nám slouží pro pohyblivá prodloužení elektrického vedení a pohyblivé přívody elektrických spotřebičů.



Obrázek 1.15 Vodiče: a) silový kabel CYKY, b) instalační plochý vodič CYKYLo

Vodiče rozdělujeme podle:

- materiálu jádra (C-měď, A-hliník)
- tvaru jader (kruhové, obdélníkové)
- izolace (izolované, holé)
- konstrukce (dráty, lana, kabely)
- počtu žil (jednožilové, vícežilové)
- jmenovitého průřezu atd.

Normalizovaná řada průřezů vodičů: 0,35 - 0,5 - 0,75 - 0,8 - 1 - 1,5 - 2,5 - 4 - 6 - 10 - 16 - 25 - 35 - 50 - 70 - 95 - 120 - 150 - 185 - 210 - 240 mm² ...

Úložný materiál

Trubky, lišty, Lv žlaby atd. – slouží pro ukládání vodičů.

Rozdělení trubek:

- tuhá trubka z PVC (po 3 m)
- ohebná trubka z PVC
- ohebná trubka zesílená z polypropylenu
- ohebná trubka z kovového pásku (kopex)
- pancéřová závitová trubka



Obrázek 1.16 Ohebná PVC trubka, pancéřová trubka ohebná, PVC tyčová trubka (CONRAD)

Trubky z PVC ohebné, vnitřní průměr: 13, 16, 23, 29, 36, 48.

Pancéřové trubky závitové: 13, 16, 21, 29, 36, 42.

Príslušenství trubek: spojky, vývodky a u pancéřových trubek kolena, spojky atd.

Elektroinstalační lišty, kanály a žlaby:

Typové řady: 15 - 17 - 20 - 25 - 40 - 60 - 70 - 80 - 100 ...

Slouží pro montáž na omítku.

Lišty: vkládací, zaklapávací, hranaté, oblé, podlahové atd.

Kanály: elektroinstalační, parapetní, zemní, rozváděčové...



Obrázek 1.17 Elektroinstalační lišty, kabelový kanál (CONRAD)

Príslušenství lišt a kanálů: přístrojové nosiče, rohy vnitřní a vnější, příčky, kryty průběžné, rohové, koncové, spojovací, ohybové, odbočné, průchodkové...

Zajímavé řešení při rekonstrukcích v domech a bytech.

Krabice rozdělujeme:

- podle účelu na přístrojové KP68 a odbočné KO, KU a KR 68 (97)
- podle tvaru na kruhové, čtvercové a obdélníkové
- podle hloubky na mělké, polohluboké a hluboké
- podle těsnosti na obyčejné a utěsněné
- podle materiálu z termoplastů, hliníkové, pancéřové atd.



Obrázek 1.18 Krabice přístrojová KU, vestavná rozvodná krabice (CONRAD)

Krabicové rozvodky

Jsou osazeny svorkovnicí (čtyřpólovou nebo pětipólovou).

Typy rozvodných krabic:

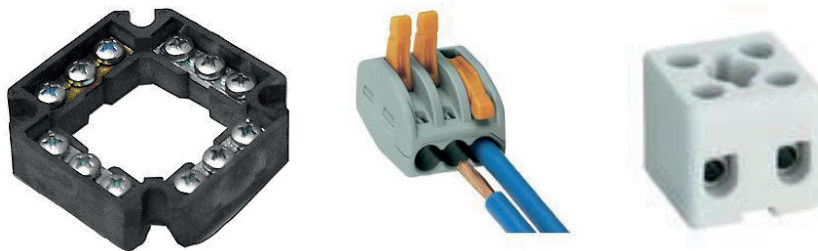
Bakelitová nebo plastová ACYDUR 16, 19, 29.

Krabice KO 68, 97, 125, 250.

Krabice panelová čtyřhranná jednoduchá nebo dvojité se svorkovnicí.

Spojovací materiál

- čtyřpólové a pětipólové svorkovnice do krabic KO, KU, KR
- plastové svorkovnice řadové (dvanáctipólové), typ např. RK
- svorka RSA 0,75 až 120 na DIN lištu
- svítidlové spojky a svorkovnice (porcelánové, plastové)
- řadové svorkovnice porcelánové
- stoupačkové svorkovnice
- zemnicí a hromosvodové svorky atd.



Obrázek 1.19 Svorkovnice do KU 68, krabicová svorka, porcelánová svorkovnice

Upevňovací materiál

Slouží k upevňování vodičů při elektrickém rozvodu na povrchu.

- Příchytky PVC ohebné nebo keramické malé i velké na DIN lištu kovovou nebo PVC.
- Bakelitové dvoustranné A nebo B šroubované, příchytky plastové zaklápěcí, pásy z plastů, kovové příchytky.
- Elektroinstalační kanály a žlaby.



Obrázek 1.20 Upevňovací materiál pro elektrické vodiče

Pomocný materiál

Hmoždinky, špalíky, vruty, nastřelovací hřeby, sádra, těsnící tmely, lepidla atd.



Obrázek 1.21 Hmoždinky a vruty

Jištění a kontrola provozního stavu

Elektrické vedení, stroje, přístroje a spotřebiče jistíme proti přetížení a zkratu pojistkami, jističi nebo jisticím nadproudovým relé.

Vodiče jistíme proti nadproudům, které vzniknou vlivem přetížení nebo zkratu. Zvolený jisticí přístroj, který jistí vodič proti přetížení, musí zajistit, že teplota vodiče nepřestoupí jeho dovolenou provozní teplotu. Při jištění proti zkratu musí být zajištěno, že teplota vodiče nepřestoupí dovolenou teplotu při zkratu.

Jisticí přístroje se zařazují na začátek elektrického vedení ve směru od zdroje, v místě, kde se mění průřez anebo kde se zmenšuje dovolené zatížení vodiče.

Při řazení jisticích přístrojů za sebou se musí zajistit selektivita jištění. To znamená, že jisticí přístroj, který je blíže k místu poruchy, má vypnout dříve než přístroj vzdálenější. Selektivního vypínání dosáhneme odstupňováním jisticích přístrojů podle jmenovitého proudu. Má-li se zajistit selektivita mezi různými druhy jisticích přístrojů (jistič-pojistka), musí se porovnat jejich vypínací charakteristiky.

Pojistky

Výrobní sortiment pojistek se neustále vyvíjí a vznikají nové, bezpečnější, výkonnější pojistky a pojistkové systémy.

Pojistkové systémy můžeme rozdělit na:

- závitové pojistky
- válcové pojistky
- odpínače a odpojovače válcových pojistek

- nožové pojistky
- řadové pojistkové odpínače
- lištové pojistkové odpínače
- pojistky pro jištění polovodičů
- pojistky vn



Obrázek 1.22 Pojistkový odpínač pro válcové pojistky (Schrack)

Závitové pojistky

Závitové pojistky se vyrábějí ve 4 velikostech se jmenovitým proudem do 200 A a se jmenovitým napětím 500 V.

Skládají se z následujících částí:

- pojistkový spodek (tělo celé pojistky)
- pojistková hlavice (nosič pojistkové patrony)
- vymezovací kroužek (velikost průměrů podle proudového zatížení)
- tavná vložka „patrona“ (jmenovitá řada podle proudového zatížení)



Obrázek 1.23 Závitová pojistka E 27, pojistkový spodek, pojistková hlavice, vymezovací kroužek, tavná vložka

Jsou vyráběny s charakteristikami:

- S – pro jištění vedení
- T – pro jištění motorů

Pomalé vložky používáme zejména k jištění motorů. Pro jejich označení používáme značku v podobě ulity hlemýžďe. Vymezovací kroužek nám zabráňuje použití větší hodnoty tavné vložky, než je předepsaná hodnota.

Nožové pojistky (výkonové) se skládají z keramického spodku a z pojistkové patrony. Pro nasazování pojistkové patrony se používá pojistkové bakelitové držadlo.

Pojistky přístrojové skleněné používáme především pro menší proudy ve slaboproudém elektrotechnickém odvětví.

Tavné vložky se nesmí opravovat.

*Velikost a jmenovité proudy závitových pojistek***Velikost II., závit E27, jmenovitý proud:**

2 A – růžová, 4 A – hnědá, 6 A – zelená, 10 A – červená, 16 A – šedá, 20 A – modrá, 25 A – žlutá.

Velikost III., závit E33, jmen. proud:

35 A – černá, 50 A – bílá, 63 A – hnědá.

Velikost IV., závit G1¹/₄, jmen. proud:

80 A – stříbrná, 100 A – červená, 125 A – žlutá.

Velikost V., závit G2, jmen. proud:

160 A – světle hnědá, 200 A – modrá.

Válcové pojistky

Vyznačují se především malými rozměry a vysokou vypínací schopností.

Jsou vyráběny s vypínací charakteristikou:

- gG – pro jištění vedení
- aM – pro jištění motorů

Odpínače a odpojovače válcových pojistek

Lze s nimi zapínat a vypínat jmenovité proudy a nadproudy až do jeden a půl násobku jmenovitého proudu (I_n).

Nožové pojistky

Používají se v pojistkových spodcích a odpínačích. Pojistková držadla slouží k manipulaci s pojistkovými vložkami. Manipulace je možná pod napětím, ale bez proudu.

Jsou vyráběny s charakteristikami:

- gG – pro jištění vedení
- gTr – pro jištění distribučních transformátorů na sekundární straně
- aM – pro jištění motorů

Řadové pojistkové a lištové odpínače

Jsou určeny pro nožové pojistkové vložky. Zapínají a vypínají jmenovité proudy a nadproudy pod zátěží dle pracovního napětí.

Pojistky pro jištění polovodičů

Jsou určeny pro jištění polovodičů a zařízení převážně citlivých na zkrat. Jejich vlastností jsou mimořádně nízké hodnoty, malé rozměry atd.

Jsou vyráběny s charakteristikami:

- gR/gS – pro jištění polovodičových prvků a kabelů proti přetížení a zkratu
- gR – pro jištění polovodičových prvků před přetížením a zkratem
- aR – pro jištění polovodičových prvků, pouze proti zkratu

Pojistky VN

Vysokonapěťové pojistkové vložky se používají pro jištění VN strany distribučních transformátorů a zařízení s napětím nad 1000 V.

Jističe

Jističe jsou samočinné výkonové nadproudové vypínače, které slouží k jištění elektrických obvodů, strojů a spotřebičů proti přetížení a zkratům.

Vlastností jističů oproti pojistkám je jejich opětovné zapnutí po vzniklém přetížení nebo zkratu.

Podle počtu pólů jsou jističe jednopólové a vícepólové.

Rozdělení jističů podle druhu nadproudové spouště:

- jističe s termomagnetickou spouští
- jističe s elektronickou spouští
- jističe s kataraktovou spouští

Jističe dělíme dle proudového zatížení na:

- Modulové do 125 A
- Kompaktní do 1600 A
- Vzduchové do 6300 A

Modulové jističe do 125 A

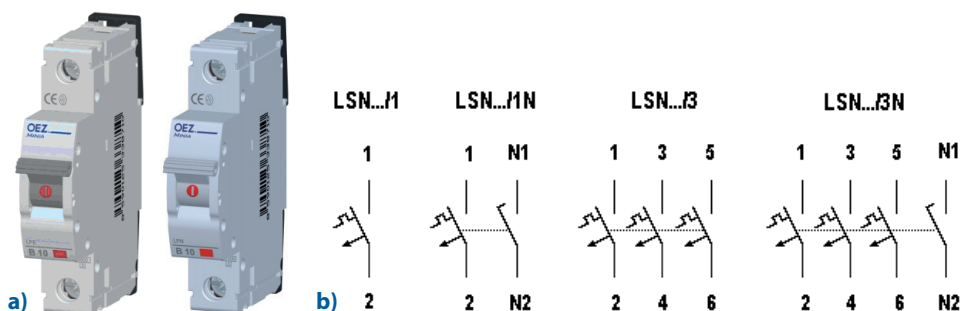
Používají se pro domovní, komerční a průmyslové elektrické rozvody do 125 A, 230/400 V.

Optický ukazatel stavu signalizuje polohu zapnuto/vypnuto.

Mají široký sortiment příslušenství.

Jističe jsou vyráběny s charakteristikami:

- A – pro jištění zařízení s polovodiči (výpočtový koeficient do 3)
- B – pro jištění vedení (výpočtový koeficient 3 až 5)
- C – se středně náročným zatížením (výpočtový koeficient 5 až 10)
- D – pro jištění motorů a transformátorů (výpočtový koeficient 10 až 20)



Obrázek 1.24 a) jističe (OEZ), b) schémata zapojení

Rozdělení jističů podle barvy ovládací páky, řez jističem a vypínací charakteristiky jističů naleznete v příloze.

Kompaktní a vzduchové jističe do 6300 A

Jsou určeny pro jištění a méně časté spínání elektrických zařízení před přetížením nebo zkratem se jmenovitými proudy od 10 A až do 6300 A.

Vzduchové jističe mají širokou nabídku nadproudových spouští a příslušenství.



Obrázek 1.25 Vzduchový jistič ARION WL 11 (OEZ)

Měření izolačního odporu elektrické instalace

Pro měření izolačních odporů lze použít např. přístroj PU 187.1 MEGMET 1000 D, který slouží k měření izolačních odporů do hodnoty 20 G Ω , odporu ochranného vodiče do 2 k Ω a délky vodiče do 20 km. Jmenovitá měřicí napětí pro měření izolačních odporů jsou 50, 100, 250, 500 a 1000 V. Přístroj umožňuje informativní ověření přepětových ochran druhého a třetího stupně ochrany, tedy svodičů třídy C a D, v nichž jsou použity polovodičové ochranné prvky (varistory, supresorové diody). Lze měřit i přepětové ochrany datových a napájecích rozvodů s maximálním pracovním napětím 1000 V.

Stejnoseměrná i střídavá napětí lze měřit do 1000 V.

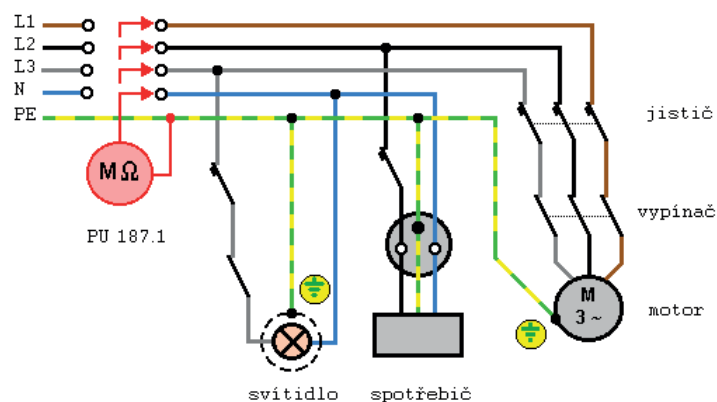
Teplotu lze měřit orientačně pomocí interního čidla v rozsahu -20 až 120 °C.

Měření izolačních odporů všech vodičů oproti ochrannému vodiči PE

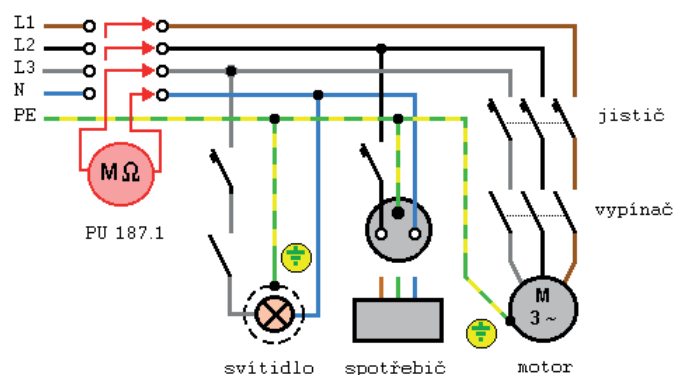
Každý spotřebič musí být připojen na elektrickou síť. Měření se provádí bez napětí. Je proto nutné vypnout hlavní vypínač v rozváděči.

Měření izolačních odporů mezi vodiči L1, L2, L3 a N

Každý spotřebič musí být odpojen od elektrické sítě vypínačem nebo odpojen ze zásuvky. Měření se provádí bez napětí.

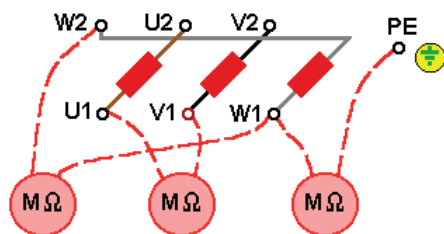


Obrázek 1.26 Měření izolačních odporů všech vodičů oproti ochrannému vodiči PE



Obrázek 1.27 Měření izolačních odporů mezi vodiči

Měření izolačních odporů jednotlivých rozpojených vinutí na svorkovnici motoru



Obrázek 1.28 Měření izolačních odporů jednotlivých rozpojených vinutí na svorkovnici elektromotoru

Jednotlivé způsoby měření jsou vyznačeny na obrázku.



Obrázek 1.29 Měřicí přístroj PU 182.1 MEGMET 1000 D

Měření odporu uzemnění pomocí přístroje PU 430

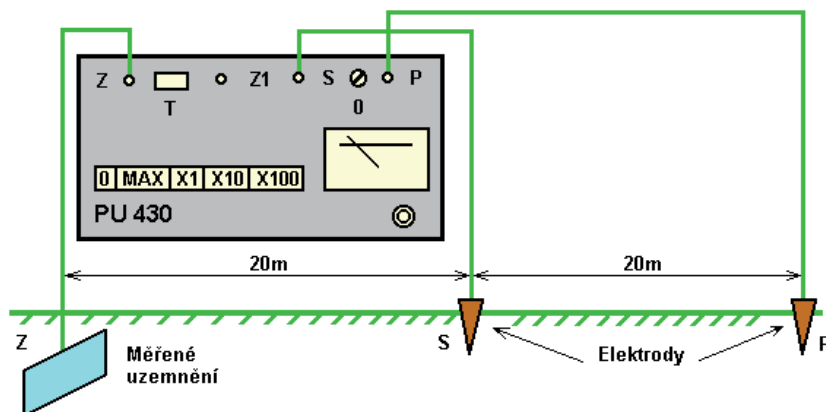
Před měřením je třeba provést dle návodu:

- kontrolu mechanické nuly
- kontrolu elektrické nuly
- kontrolu kalibrace přístroje
- kontrolu baterií

Vyhovující hodnota uzemnění musí být menší než $10\ \Omega$. Při větší hodnotě uzemnění je nutno zvýšit počet zemních desek nebo tyčí.

Při měření musí být hloubka elektrod S (napěťová) a P (proudová) minimálně 0,3 m pod zemí.

Podrobné funkce měřicího přístroje lze získat z přiloženého návodu, který je součástí každého zakoupeného měřicího přístroje, nebo také na internetu.



Obrázek 1.30 Schéma zapojení měřicího přístroje PU 430

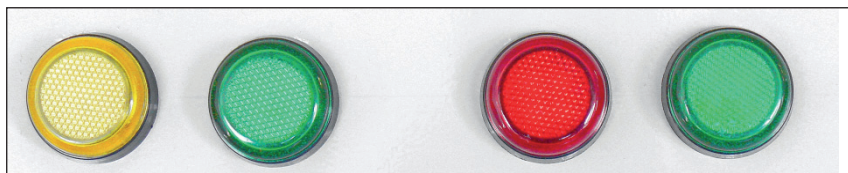


Obrázek 1.31 Měřicí přístroj PU 430

Sdělovače a ovladače (ČSN EN 60073)

Sdělovače – optické

Sdělovače jsou mechanická, optická, elektrická nebo elektronická zařízení poskytující viditelné nebo slyšitelné informace. Používají se u pracovních strojů.



Obrázek 1.32 Optické sdělovače

Barva červená z hlediska bezpečnosti osob a prostředí:

Význam – nebezpečí, závazný příkaz

Příklad – nutná okamžitá reakce, zákaz vstupu

Barva červená z hlediska provozních podmínek:

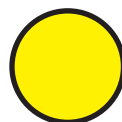
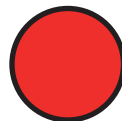
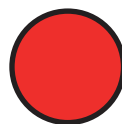
Význam – nebezpečí, nouzové zastavení

Příklad – porucha elektrického zařízení

Barva žlutá z hlediska bezpečnosti osob a prostředí:

Význam – závada, méně podstatná porucha

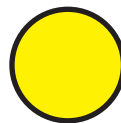
Příklad – následné odstranění, omezený přístup



Barva žlutá z hlediska provozních podmínek:

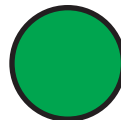
Význam – mimořádný stav

Příklad – přetížení, výpadek

**Barva zelená z hlediska bezpečnosti osob a prostředí:**

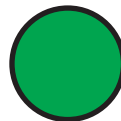
Význam – bezpečná funkce, provozní stav

Příklad – nevyžaduje akci, volná cesta

**Barva zelená z hlediska provozních podmínek:**

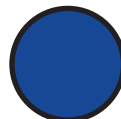
Význam – normální stav

Příklad – indikace normálních podmínek

**Barva modrá z hlediska bezpečnosti osob a prostředí:**

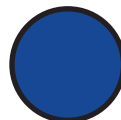
Význam – zvláštní význam

Příklad – přikázaná akce nebo cesta

**Barva modrá z hlediska provozních podmínek:**

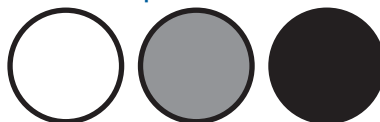
Význam – zvláštní význam

Příklad – indikace podmínek vyžadující zásah

**Barva bílá, šedá a černá z hlediska bezpečnosti osob a prostředí:**

Význam – neutrální, všeobecná informace

Příklad – vysvětlení cesty, doplnění popisem

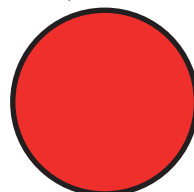
**Ovladače – optické**

Ovladač je část řídicího zařízení (spínače), na niž se působí vnější silou (rukojeti, tlačítka, kolečka apod.).

Barva červená:

Význam – nebezpečí, STOP tlačítko (zvýrazněno velikostí)

Příklad – nouzový vypínač, spuštění nouzové funkce

**Barva červená:**

Význam – vypínací tlačítko (obvyklá velikost)

Příklad – často užíváno pro vypínací povel



Toto je pouze náhled elektronické knihy. Zakoupení její plné verze je možné v elektronickém obchodě společnosti eReading.