Charakteristika rozvodných zařízení a el. stanice v distribučních sítích

1.1. Elektrické stanice

Elektrické stanice jsou soubor zařízení sloužící v elektrizační soustavě k transformaci elektrické energie z jedné hladiny napětí na jinou hladinu a k jejímu rozvodu, nebo k rozvádění elektřiny téhož napětí, a dále také k přeměně elektrického proudu střídavého na proud o jiném kmitočtu nebo na stejnosměrný a k jeho dalšímu rozvádění.

1.1.1. Druhy elektrických stanic

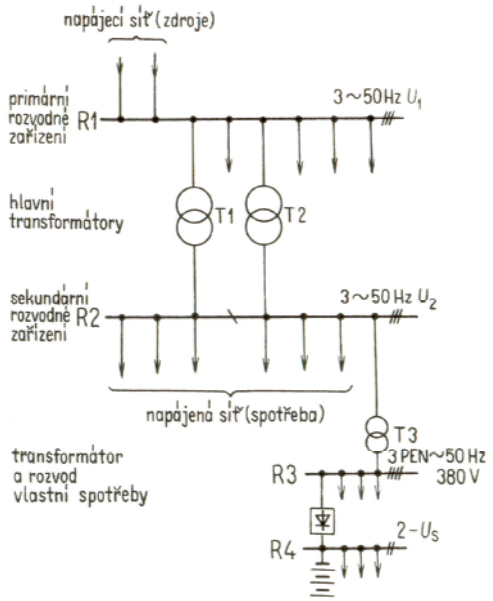
Elektrická stanice je správně vyřešená a začleněná do elektrizační soustavy tehdy, jestliže této soustavě umožňuje plnit všechny požadavky na ni kladené. V elektrických stanicích je soustředěna většina funkcí soustavy, především spínání, jištění, regulace, měření a ovládání.

Transformovna

Hlavní funkcí transformoven je přeměna elektrické energie určitého napětí U_1 na energii o jiném napětí U_2 téže frekvence. Zapojení transformovny je na obr. 5, jejich hlavní část tvoří transformátory. Při $U_1 > U_2$ se jedná o transformátory snižovací, při $U_1 < U_2$ t jsou transformátory zvyšovací a při $U_1 = U_2$ slouží transformátory k oddělení dvou sítí o stejná napěťové hadině.

Elektrická energie o napětí U_1 je přiváděna na přípojnice primárního rozvodného zařízení jedním nebo více vedeními.Odtud je vyváděna na transformátory k transformaci na napětí U_2. Obvykle je z transformovny vyvedena do další stanice i energie o napětí U_1, primární rozvodné zařízení tedy slouží i jako uzel pro rozdělení energie U_1 do více větví. Podobně i sekundární rozvodná zařízení slouží k rozdělování transformované energie o napětí U_2 do více větví. Jako hlavní funkcí transformovny lze tedy považovat transformaci a rozvod elektrické energie v požadovaném množství.

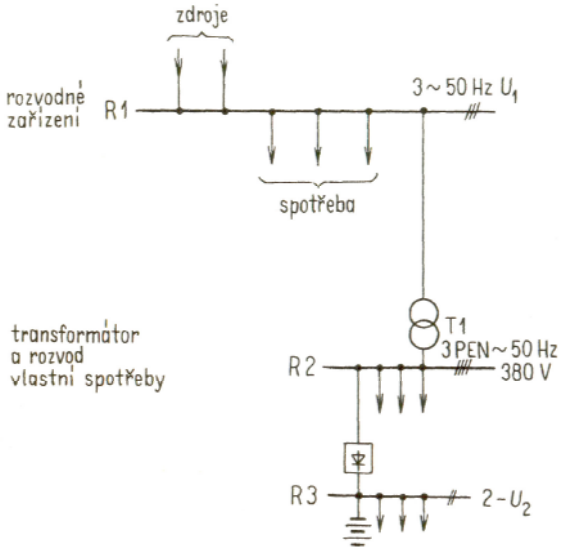
Transformovny jsou buď zcela kryté, umístěné v budovách, nebo jsou krytá jen rozvodná zařízení vn a nn a ostatní pomocná zařízení. Rozvodná zřízení pro vvn a zvn jsou společně s výkonovými transformátory umístěna venku.



Obr. 1 Principielní schéma transformační stanice

Spínací stanice

Spínací stanice rozdělují přiváděnou elektrickou energii do více větví téže sítě bez změny proudové nebo napěťové soustavy. Tuto funkci většinou zajišťují primární popř. sekundární rozvodná zařízení transformoven a měníren.



Obr. 2 Principielní schéma spínací stanice

Na obr. 6 je principiální schéma zapojení stanice. Hlavní funkci spínací stanice plní rozvodná zařízení, která bývají u zvn a vvn většinou ve venkovním provedení a u vn a nn se obvykle umísťují v budovách. Takové rozvodné zařízení bývá provedeno jako distribuční rozvaděč.

Měnírna

Slouží ke změně druhu proudu nebo jeho frekvence. Obvykle se jedná o přeměnu střídavé elektrické energie na stejnosměrnou a naopak. Pro tuto přeměnu se dnes výhradně používají tyristorové měniče, dosahující velkých výkonů a vyznačující se velkou rychlostí řízení.

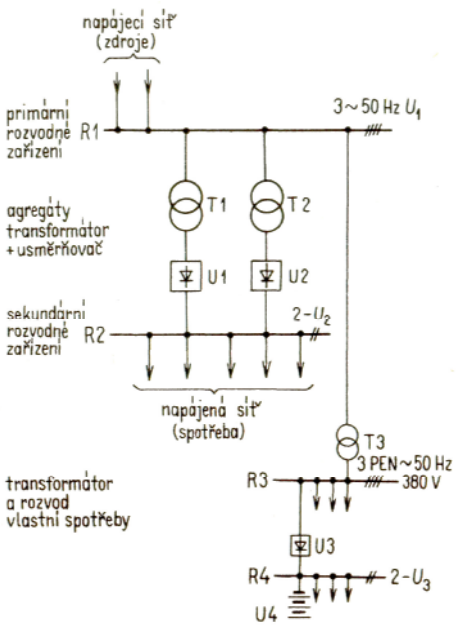
Rozlišujeme:

Střídačové stanice:

Používají se na konci stejnosměrného přenosu, kde dochází pomocí tyristorových měničů k opětnému „rozstřídání“ stejnosměrného proudu.

Usměrňovací stanice:

Hlavním účelem těchto stanic je přeměna střídavého proudu na stejnosměrný. Jejich uspořádání je podobné jako u transformoven. Principiální schéma zapojení usměrňovací stanice je na obr. 7. Pro plnění své hlavní funkce jsou usměrňovací stanice vybaveny agregáty, složenými z usměrňovačů a speciálních usměrňovacích transformátorů.



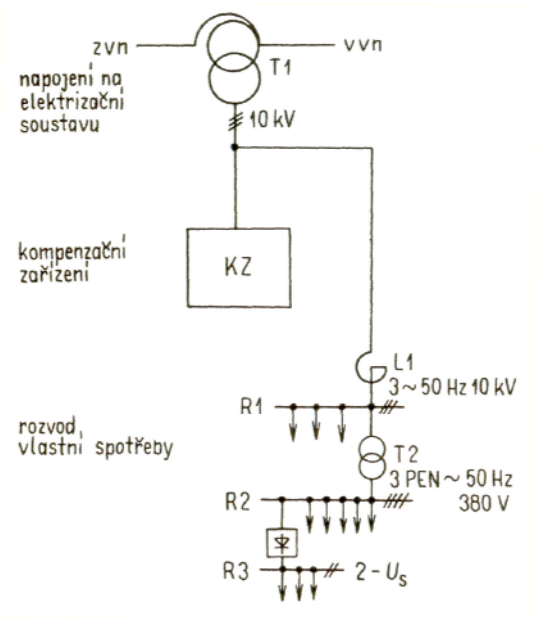
Obr. 3 Principielní schéma usměrňovací stanice

Používají se především v průmyslu a elektrické trakci. V průmyslových závodech je stejnosměrné napětí využívané při elektrolytické výrobě chlóru, hliníku, magnézie apod. Dále se v průmyslu stejnosměrná energie využívá pro řízené stejnosměrné pohony velkých výkonů. Trakční usměrňovací stanice napájí stejnosměrnou energii železniční tratě, tramvajové, trolejbusové a podzemní dráhy a povrchovou důlní dopravu.

Kompenzovna

Slouží ke změně parametrů vedení za účelem vyrovnání jalových složek střídavého proudu, čímž ovlivňuje přenos elektrické energie. Kompenzace je prováděna synchronními kompenzátory, kondenzátorovými bateriemi, kompenzačními tlumivkami, popř. jejich tyristorové řízenou kombinací.

V přenosových soustavách se kompenzací usiluje především o regulaci napětí, změnou jalové energie. Tyto zařízení jsou instalována v uzlech elektrizační soustavy a bývají zahrnuta do transformoven , popř. spínacích stanic. Principielní schéma takovéto stanice je na obr. 5.



Obr. 4 Principielní schéma kompenzační stanice

V distribuční elektrizační soustavě slouží především v průmyslu ke kompenzaci indukčního jalového výkonu. Pro tuto kompenzaci se používají především kondenzátorové baterie nn nebo vn, jimiž je prováděna skupinová nebo centrální kompenzace účiníku.

Dále se dělí elektrické stanice podle provedení, stanoviště, začlenění do elektrizační soustavy a podle způsobu provozu:

- S trvalou obsluhou
- Bez odsluhy s pravidelným dozorem
- Bez obsluhy s dálkovým ovládáním

1.1.2. Hlavní části elektrických stanic

Elektrické stanice můžeme dělit na dvě časti a to na část stavební a část technologickou.

Stavební část

Jedná se o pozemky, budovy, pozemní komunikace, apod. potřebné pro provoz, výstavbu a údržbu stanice.

Technologické části

Hlavní části elektrických stanic jsou určeny jejích hlavními funkcemi. U spínacích stanic uvažujeme pouze rozvodná zařízení,když nebereme v úvahu společná a pomocná zařízení.

a) *Hlavní silová zařízení:*

- rozvodná zařízení na vstupní a výstupní straně el. stanice,
- hlavní silové transformátory (transformovny)
- bloky transformátor usměrňovač (měnírny)
- zařízení pro kompenzaci účiníku a zemních proudů

b) *Společná a pomocná zařízení:*

Slouží k zabezpečení provozu a údržby stanice. Jsou tvořena především

- zařízením vlastní spotřeby,
- zdroji a rozvodem pro vlastní spotřebu,
- nouzovými zdroji elektrické energie,
- zařízeními pro výrobu a rozvod stlačeného vzduchu,
- rozvodem pro osvětlení, vytápění, větrání a zásuvkový rozvod,
- olejové hospodářství, revizní věž, dílny, sklady apod.

1.1.3. Rozvodná zařízení v distribučních sítích

Účelem rozvodných zařízení je rozvádět přivedenou elektrickou energii do více větví. Tvoří uzly rozvodných sítí, do nichž se vedením přivádí a odvádí elektrická energie podle okamžitého stavu spínacích přístrojů v těchto větvích. Rozsah rozvodného zařízené tedy závisí zejména na počtu přívodů a na počtu vývodů. [1]

Rozvodná zařízení dělíme podle způsobu montáže:

- *Rozvodny:* - Montují se z jednotlivých dílů přímo na místě použití, pro svou konstrukci vyžadují zvláštní stavební prostor (kobkové rozvodny).
- *Rozváděče:* - Jsou to rozvodná zařízení, u nichž všechny přístroje a nosné konstrukce tvoří celek, sestavený a zkoušený u výrobce.
- *Rozvodnice:* - Jedná se o malé rozvodné zařízení, které se nejčastěji umisťují na stěny.

Jejich šířka a velikost závisejí na parametrech rozvodny nebo rozvaděče, tj. na velikosti instalovaných přístrojů. Kobky popř. skříně jsou sestaveny do jedné nebo více řad, kterými probíhají přípojnice.

Rozvodná zařízení vn mohou být provedeny jako venkovní nebo jako vnitřní. Venkovní rozvodná zařízení vn se provádějí jako venkovní rozvodny nebo jako venkovní skříňové rozvaděče. Rozváděč musí splňovat požadavky na klimatizaci a opatřen takovým krytím, aby odolal povětrnostním vlivům.

Vnitřní rozvodná zařízení vn se provádí buď jako kobkové rozvodny, nebo jako skříňové rozváděče.

Vybavení rozvodných zařízení:

- *Spínací prvky:* – do této skupiny prvků patří vypínače, odpínače, odpojovače.
- *Spojovací prvky:* – jedná se především o přípojnice.
- *Ochranné prvky:* – přístroje sloužící k ochraně zařízení a obsluhy, jako např. pojistky, bleskojistky, tlumivky, relé apod.

1.1.4. Hlavní parametry rozvodných zařízení:

Je to především jmenovité napětí, jmenovité proudové zatížení přípojnic a odboček, jmenovitá zkratová odolnost, vypínací schopnost spínacích přístrojů. Dále uspořádání přípojnic a počet odboček. Podle těchto parametrů se volí velikost, vybavení a provedení rozvodných zařízení.

Nejdůležitější částí rozvodných zařízení jsou přípojnice. Jedná se o vodiče jdoucí podél celého zařízení na něž jsou připojeny jednotlivé přívody a vývody. Tyto přívodní a vývodní odbočky jsou vybaveny všemi přístroji, potřebnými pro plnění funkce rozvodného zařízení.

1.1.5. Zapojení elektrických stanic:

Schéma elektrické stanice musí být přehledné a co nejjednodušší. Je tvořeno přípojnicemi a odbočkami. Základem rozvodného zařízení jsou odbočky, které tvoří přístroje určené zejména ke spínání, měření a ochraně vývodů nebo přívodů elektrické energie.

1.1.5.1. Systémy přípojnic:

Přípojnice tvoří páteř rozvodného zařízení. Jedná se o holé vodiče jdoucí podél celého zařízení na něž jsou připojeny jednotlivé přívody a vývody. Jejich průřez je dán proudovým zatížením, požadavky na pevnost a zkratovými poměry. Porucha na přípojnicích znamená vyřazení rozvodného zařízení nebo jeho části z provozu. Pro zvýšení provozní spolehlivosti se používá několik systémů přípojnic popř. podélné dělení přípojnic na úseky.

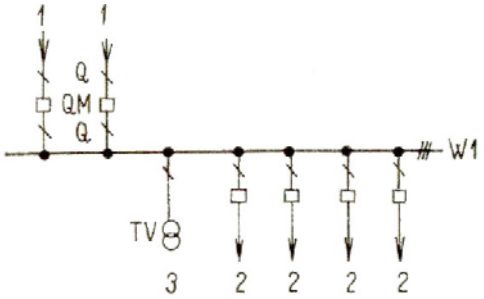
Podle počtu a druhů použitých přípojnic se provozují rozvodná zařízení:

- S přímými přípojnicemi
- S okružními přípojnicemi
- Bez přípojnic
- S větším počtem vypínačů na odbočku

Hlavní systémy přípojnic se volí podle těchto zásad:

a) Jednoduché přípojnice bez podélného dělení

Tento systém se uplatní tam, kde není požadavek nepřetržitého zásobování při revizích a opravách. Výhodou takového systému je jednoduchost, přehlednost a nízké pořizovací náklady. Používá se především v rozvodných zařízeních nn a u méně důležitých rozvodných zařízení vn.



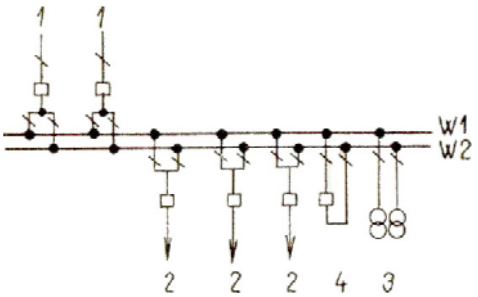
1 – přívod
2 – vývod
3 – měření napětí

Obr. 5 Jednoduché přípojnice

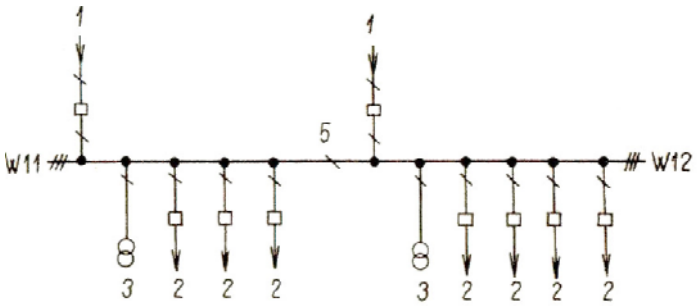
b) Dvojité nebo jednoduché podélně dělené přípojnice

Tyto systémy se používají tam, kde se vyžaduje vysoká spolehlivost dodávky elektrické energie, kde není přípustné ani krátkodobé přerušení dodávky nebo, tam kde je nutno provoz odboček dělit do dvou skupin z důvodu:

- Omezení zkratových proudů
- Současné napájení ze dnou nespolupracujících zdrojů
- Oddělení spotřebičů kolísavého příkonu od spotřebičů citlivějších na kolísání napětí
- Oddělení venkovních a kabelových sítí
- Zajištění důležitosti odběrů i v případě výpadků některých napáječů zbývajícími napáječi menšího výkonu.



Obr. 6 Dvojité přípojnice
4 – příčné spínání přípojnic

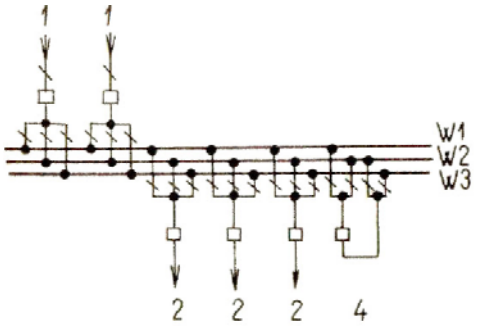


Obr. 7 Jednoduché přípojnice s podélným dělením
5 – podélné spínání přípojnic

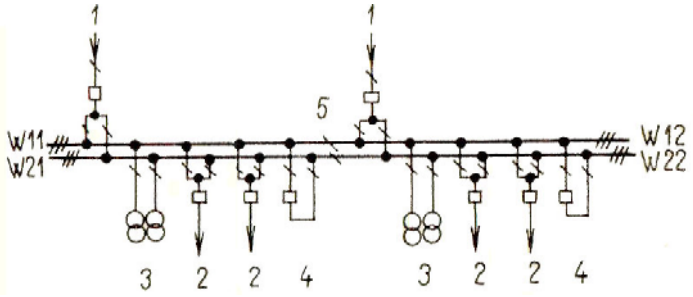
c) Trojité nebo podélně dělené dvojité přípojnice

Trojitý systém přípojnic lze konstruovat tak, že jedna z hlavních přípojnic slouží jako pomocná nebo s zvlášť vedenou pomocnou přípojnicí. Trojité nebo podélně dělené dvojité přípojnice se používají především:

- tam, kde dochází ke kumulaci podmínek podle bodu b),
- tam, kde dvojité přípojnice musí být trvale v odděleném provozu a při revizích není možné ani krátkodobé přerušení dodávky elektrické energie,
- tam, kde provoz musí být dělen do tří skupin při velkých zkratových výkonech nebo kde je nutné provozní dělení sítí či s ohledem na důležitost provozu.



Obr. 8 Trojité přípojnice

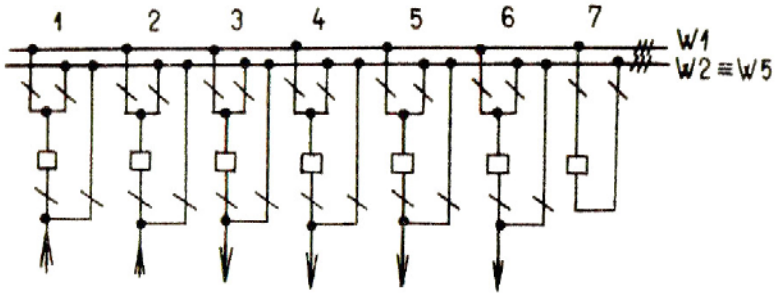


Obr. 9 Dvojité přípojnice s podélným dělením

d) Dvojitý systém přípojnic, z nichž jedna slouží jako pomocná

Při tomto systému je možno použít jednu hlavní přípojnici jako pomocnou. V případě poruchy lze převést pomocí přemosťovacího vypínače (7) kterýkoliv vývod na druhou přípojnici W2, která tak bude pracovat jako přípojnice pomocná W5. To je výhodné především při opravě vypínače bez přerušení provozu příslušné odbočky.

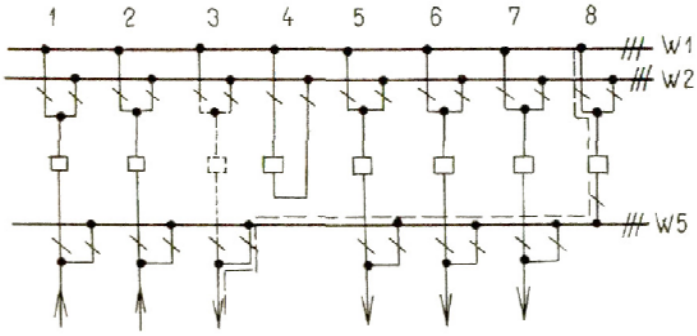
Nevýhodou takového systému je, že při použití jedné hlavní přípojnice jako pomocné se musí všechny ostatní přípojnice převést na druhou hlavní přípojnici.



Obr. 10 Dvojitý systém přípojnic z niž jedna (W2) slouží jako pomocná

e) Dvojitý systém přípojnic s pomocnou přípojnicí

Jedná se o finančně náročnější provedení než předchozí systémy dvojitých přípojnic. Při použití pomocné přípojnice není omezen rozsah manipulací na hlavních přípojnicích a tím si zachovává výhody dvojitého systému. Při tomto zapojení je rozvodné zařízení vybaveno spínačem pomocných přípojnic, což v případě poruchy na výzbroji kterékoli odbočky umožní, udržet tuto odbočku v provozu. Využívá se tedy tam kde je požadavek na zajištění nepřetržité dodávky elektrické energie při revizích a opravách. Dimenzování pomocné přípojnice a odbočky spínače pomocné přípojnice se provede podle nejvíce zatížené odbočky.

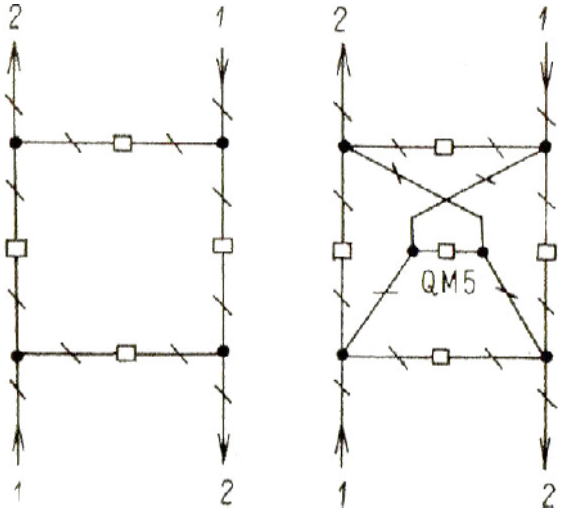


Obr. 11 Použití pomocné přípojnice v kombinaci s dvojitým systémem přípojnic

f) Okružní zapojení přípojnic

Tvoří uzavřenou soustavu přípojnic, kde je každá odbočka připojena mezi dva vypínače, čímž je dosaženo toho, že při revizích vypínače nedochází ani ke krátkodobému přerušení provozu odbočky. Vzhledem k tomu,že při revizích vypínače ztrácí rozvodné zařízení okružní charakter, užívá se někdy zapojení se záložním vypínačem. Přípojnice jsou zapojovány do troj- až osmiúhelníka.

Používá se pro důležité energetické uzly vvn s malým počtem odboček.



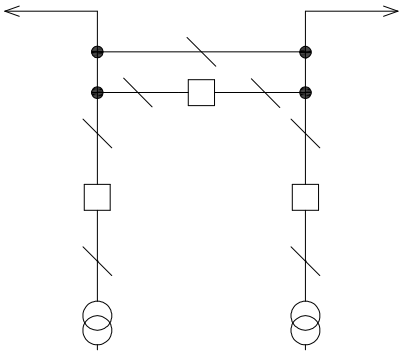
a) b)

Obr. 12 Zapojení venkovních rozvoden do čtyřúhelníka

a) bez pomocného vypínače, b) s pomocným vypínačem QM5

g) Rozvodná zařízení bez přípojnic (zapojení do „H“)

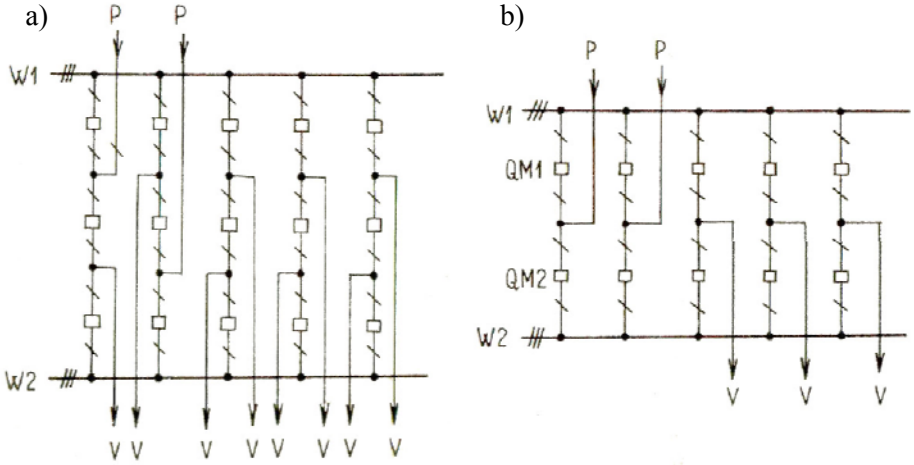
Často používané zapojení v distribučních transformovnách 110/22 kV, kde se nepředpokládá další rozšíření rozvodny. Dále se využívá jako transformační stanice pro přečerpávací elektrárny při zapojení do jednoduchého vedení 400kV.



Obr. 13 Rozvodná zařízení zapojení do „H“

h) Rozvodná zařízení s větším počtem vypínačů na odbočku

Větší počet vypínačů na jedné odbočce se používá u zařízení zvn, vvn a u zvláště důležitých rozvoden vn. V rozvodných zařízeních se dvěma systémy přípojnic se pro svou spolehlivost a spínací pružnost používají zapojení odboček se 2, popř. 1,5 vypínači na odbočku (obr. 18a,b). V jednom rozvodném zařízení se dají účelně kombinovat různá zapojení.



Obr. 14 Principiální zapojení rozvoden s více vypínači na odbočku
a) s 1,5 vypínači na odbočku, b) se 2 vypínači na odbočku

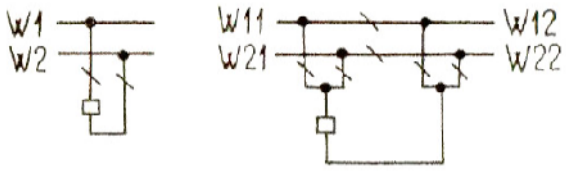
Přípojnice musí byt vybaveny tak, aby bylo možné přípojnice rozvodných zařízení různě propojovat a rozdělovat je na úseky, podle toho jak to vyžaduje provoz elektrizační soustavy. Dále aby se na nich dalo měřit napětí, indikovat zemní spojení a aby byly jištěny před nadproudy a přepětím.

Příčné spínání přípojnic:

Slouží k vzájemnému propojení dvou systémů pro možnost převodu odboček z jednoho systému odboček na druhý. Obvykle se u tohoto spínání používají vypínače obr. 20a. V praxi se často využívá kombinace s podélným spínáním přípojnic obr. 20b.

Jsou-li vývody a přívody z napájecí sítě zaústěny na různé systémy přípojnic, je možné pomocí podélných i příčných spínačů dosáhnout různých kombinací této sítě.

*Příčný spínač u*možňuje převést kteroukoli odbočku rozvodného zařízení pod plným zatížením z jednoho systému na druhý. Dimenzování příčných spínačů přípojnic se provádí podle očekávaného zatížení při různých manipulacích. Minimálně se však musí dimenzovat na jmenovitý proud největší odbočky rozvodného zařízení.



a) b)

Obr. 15 Příčné a podélné spínání přípojnic

1.1.5.2. Odbočky rozvodných zařízení

Slouží ke spínání jištění a měření příslušných hlavních obvodů. Tyto funkce je možné zajišťovat různými způsoby. Kombinací těchto způsobů dochází k různému vybavení hlavních odboček, podle něhož jsou na odbočky kladené požadavky.

Odbočky dělíme podle funkce:

Hlavní:

- Alternátorové
- Transformátorové
- Vývodové

Pomocné:

- spínače hlavních přípojnic
- spínače pomocných přípojnic
- pro měření napětí
- pro bleskojistky

Hlavní odbočky vvn:

Ve stanicích vvn mají odbočky vždy schémata s plnou výzbrojí, ve stanicích se připojují přímo na přípojnicové systémy. Odbočky jsou většinou obsahují přípojnicové odpojovače, výkonový vypínač a vývodový odpojovač. Další vybavení odboček je podle jejich účelu.

Odbočky pro elektrická vedení jsou vyzbrojeny uzemňovacími odpojovači.

Odbočky výkonových transformátorů jsou vybaveny měřícími transformátory pro proud a napětí.

Pomocné odbočky vvn:

Příčný spínač přípojnic umožňuje paralelní sepnutí dvou přípojnicových systémů při převodu odbočky z jednoho systému na druhý bez přerušení dodávky elektrické energie.

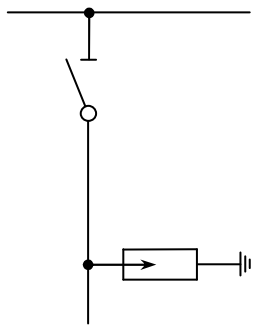
Podélné spínání dělených přípojnic lze provádět pouze odpojovačem, tedy pouze přípojnice bez zatížení.

Někdy se z ekonomických důvodů používá kombinace spínačů pro podélné a příčné spínání.

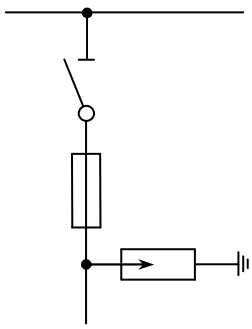
Odbočky vn:

Rozvodná zařízení vn se montují s jedním nebo dvěma systémy přípojnic, případně s jedním systémem hlavním a jedním pomocným. Více systému přípojnic se u vn používá jen výjimečně.

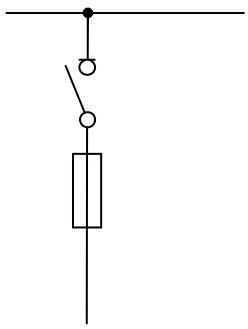
Zapojení odboček se liší podle použitého systému přípojnic a také podle účelu odbočky je její vybavení různé.



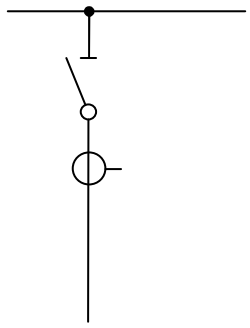
Obr.1.1 a) *přívod venkovním vedením*



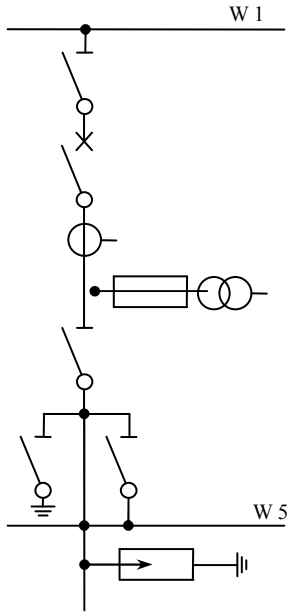
Obr.1.1 b) *odbočka k transformátoru do výkonu 400 kVA*



Obr.1.1 c) *přívod kabelem*



Obr.1.1 d) *vývod z transformovny vn/nn nebo odbočka k transformátoru*



Obr.1.1 e) *odbočka v rozvodně s pomocnou přípojnicí*