

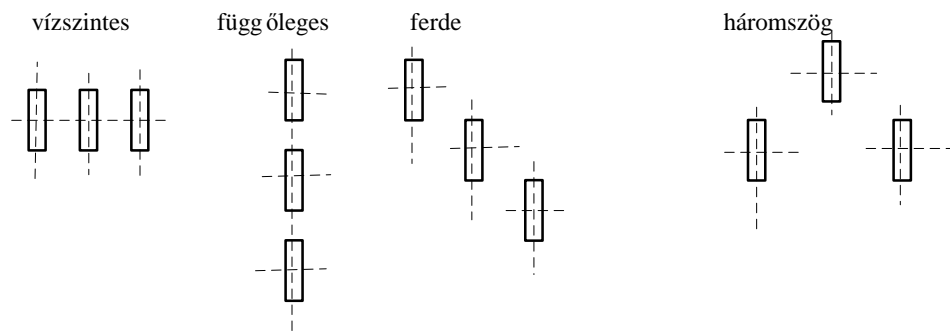
8. GYŰJTŐSÍNEK

8.1 Feladata, anyaga, elrendezése

A gyűjtősín a villamos kapcsolóberendezés azon része, amelyre a leágazások csatlakoznak. A gyűjtősínek, mint a kapcsolóberendezés térben széthúzott csomópontjának alapvető feladata a villamos energia fogadása és elosztása a fogyasztók között. A gyűjtősínekre csatlakozó leágazások lehetnek: távvezetési-, kábel-, transzformátor-, generátorleágazások, stb. A leágazásokat két fő csoportra osztjuk: betáplálási és fogyasztói leágazások.

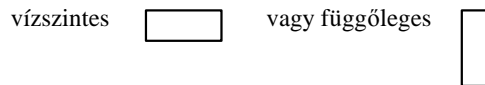
A gyűjtősínek sodronyból, csősínből vagy idomsínből vannak felépítve, melyeket támszigetelők, rúdszigetelők vagy szigetelőláncok tartanak. Anyaguk vörösréz, alumínium vagy ezek ötvözetei.

Elrendezésük a térben:



A vízszintes elrendezés a leggyakoribb, mivel hűtés és szilárdsági szempontból ez a legmegfelelőbb. A függőleges és lépcsős elrendezést különleges helyi adottságok teszik indokolttá. A háromszög elrendezés – minimális helyigénye következtében – elsősorban a tokozott berendezésekben terjedt el.

A sínek termikus és dinamikus terhelhetősége függ az egyes elemek beépítési módjától. Ez különösen lapos sínek esetén jelentős. A lapos sínek beépítési lehetősége:



Hűtés szempontjából a függőleges, dinamikailag a vízszintes helyzet a kedvezőbb.

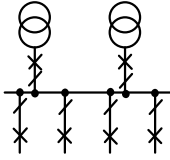
A gyűjtősínek beépítését alapvetően meghatározza az átívelési távolság, az a biztonsági tényezővel megnövelt léghöz, amelyet az adott névleges feszültséghez tartozó ipari frekvenciájú és lökőhullámú szabványos próbafeszültségek nem ütnek át.

Színjelölés: L1 fázis – zöld, L2 fázis – sárga, L3 fázis – piros. A profilsínek festése a jelölésen túlmenően a hűtési viszonyokat is javítja, mivel a sínek így jobb a hősugárzása, mint festés nélkül.

8.2 Gyűjtősínrendszerek

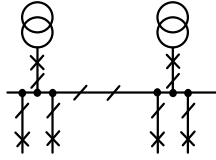
8.2.1 Egyszerű gyűjtősín rendszer

Egyszeres osztatlan gyűjtősín



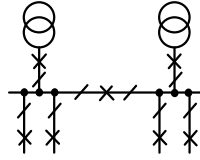
a)

Egyszeres gyűjtősín szakaszolóval bontással



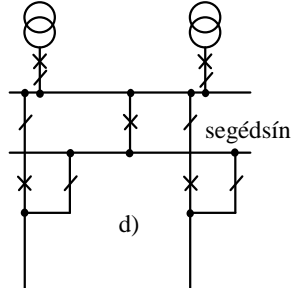
b)

Egyszeres gyűjtősín megszakítós bontással



c)

Egyszeres gyűjtősín segédsínnel



d)

Az egyszeres (osztatlan) gyűjtősínbe (a ábra) semmiféle kapcsolókészüléket nem építenek be. Előnyei: kis helyigényű, egyszerű a kezelése, olcsó. Hátránya: tervszerű karbantartáskor vagy a gyűjtősín meghibásodásakor az egész állomás üzeme megszűnik.

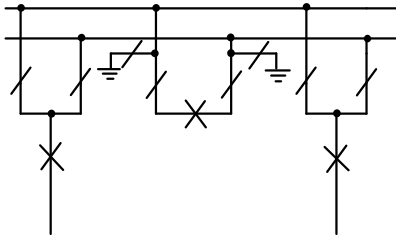
Az egyszeres osztott gyűjtősín hosszában szakaszolókat helyeznek el (b ábra), melyekre csak karbantartáskor vagy javításkor van szükség. Azért van kettő belőle, mert ha csak egy lenne a gyűjtősín-szakaszoló karbantartásához mindkét gyűjtősín felet feszültségmentesíteni kellene.

A gyűjtősín osztására szakaszoló helyett megszakítót építenek be (c ábra), ha a hosszanti bontásra a karbantartás igényén kívül más okból is rendszeresen szükség van (pl. önműködő zárlati áramkorlátozás esetén).

A „d” ábrán látható segédsínes megoldás ma már ritkábban alkalmazott kapcsolás. A segédsínt tápláló megszakítós leágazással feszültség alá lehet helyezni a segédsínt, és arra rászakaszolni azt az elmenő vezetőket, amelynek leágazási készüléke meghibásodott és javításra szorul.

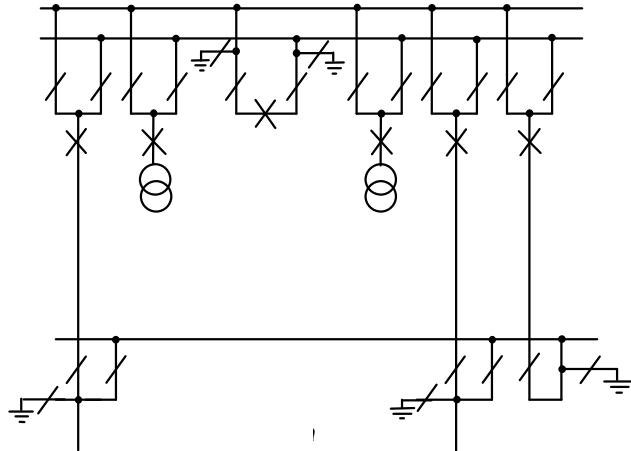
8.2.2 Kettős gyűjtősín rendszer

Osztatlan kettős gyűjtősínrendszer



a)

Kettős gyűjtősínrendszer segédsínnel



b)

Két egyenrangú gyűjtősínből áll. A két gyűjtősín terhelés alatti össze-, ill. szétkapcsolására, valamint a zárlat alatti szétválasztására az ún. sínáthidaló megszakítója alkalmas, amely a gyűjtősínnekhez egy-egy szakaszolóval csatlakozik. A sínáthidaló másik fontos szerepe, hogy

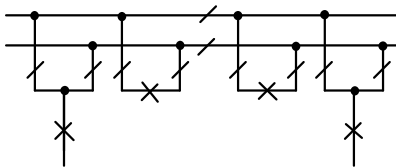
megszakítója bármelyik leágazás megszakítóját helyettesítheti. Ebben az esetben a helyettesítendő megszakítójú leágazást az egyik, az összes többi leágazást a másik gyűjtősínre szakaszolják.

Osztatlan, hagyományos kettős gyűjtősínrendszer kapcsolása látható az „a” ábrán. Általában a leágazások egyik felét az egyik, másik felét a másik gyűjtősínről üzemeltetik. A sínáthidaló lehetővé teszi, hogy bármelyik leágazás terhelés alatt is áttéríthető az egyik sínről a másikra.

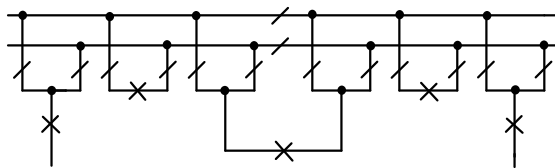
Osztatlan kettős gyűjtősín segédsínnel (b ábra). Bármelyik leágazást, de egyidejűleg csak egyet a saját megszakítóját kikerülve a segédsínre lehet szakaszolni.

Kettős gyűjtősínrendszer hosszanti bontása, ill. összekötése a legegyszerűbben soros szakaszolókkal hozható létre. A terhelés alatti hosszanti bontás és összekötés úgy oldható meg, ha a sínbontó szakaszolókat megszakítóval söntölik (c ábra).

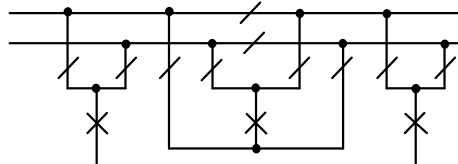
Szakaszolókkal osztott kettős gyűjtősínrendszer



Osztott kettős gyűjtősínrendszer keresztkapcsolású kombinált sínáthidalóval



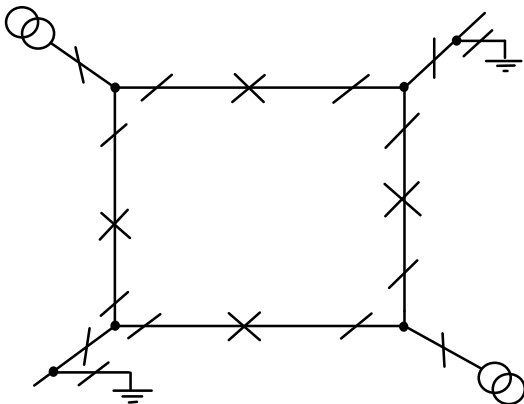
Osztott kettős gyűjtősínrendszer hossz- és keresztkapcsolatú kombinált sínáthidalóval



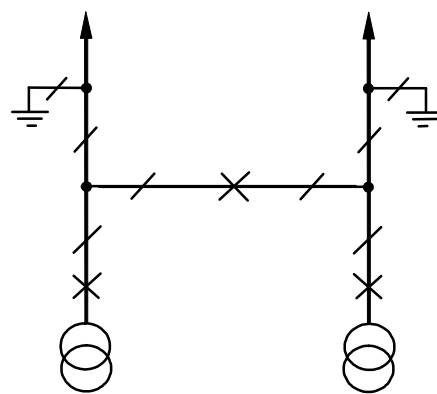
c)

8.2.3 Poligon kapcsolás

A poligon- (sokszög-) kapcsolású rendszer az egyes leágazások között tulajdonképpen gyűjtősín nélkül hoz létre kapcsolatot. (a ábra) Ennél a kapcsolásnál az összes megszakító a hozzá tartozó szakaszolókkal együtt gyűrűben van felfűzve.



a)



b)

A kapcsolás előnye: a sokszög bármelyik részén bekövetkező zárlat esetén a hibás vezeték részt a két szomszédos megszakító kikapcsolja, míg a berendezés többi része változatlanul üzemben marad.

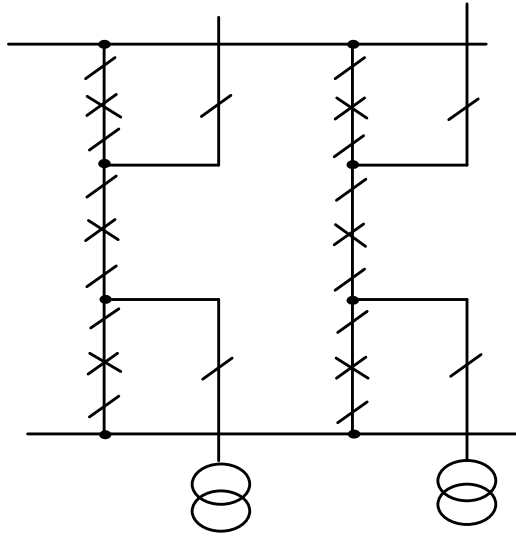
Hátrányai: a megszakító működések száma kétszeresére emelkedik és a berendezés bővítése az üzem zavarása nélkül szinte lehetetlen.

A Π-kapcsolás, amely Magyarországon 120 kV-on eléggé elterjedt, tulajdonképpen egy befejezetlen négyszög poligon két távvezetési és két transzformátorleágazása (*b ábra*).

8.2.4 Másfél megszakítós megoldás

Az elnevezés onnan származik, hogy a kapcsolásban két leágazáshoz három, tehát egyhez 1,5 megszakító tartozik.

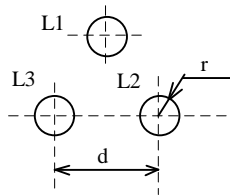
A kapcsolás megtartja a hagyományos poligonkapcsolásnak a zárlatok kihatásaival szembeni érzéketlenségét, valamint azt a tulajdonságát, hogy mindegyik leágazásban két megszakító van. A rendszer további előnye, hogy a gyűjtősínek szerepe nem olyan kritikus, mint a hagyományos kettős gyűjtősíneké. Hátránya, hogy igen drága, ezért csak különösen nagy biztonságot igénylő állomásoknál alkalmazzák.



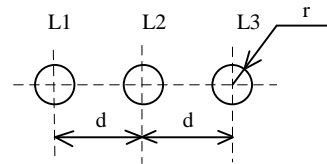
8.3 Gyűjtősín villamos jellemzői

A gyűjtősínek **méterenkénti induktivitásának** meghatározása különböző elrendezések esetén.

Körkeresztmetszet esetén:



Egyenlő oldalú háromszög csúcaiban



Egysíkú elrendezés

$$L' = L'_1 = L'_2 = L'_3 = (2 \cdot \ln \frac{d}{r} + 0,5) \cdot 10^{-7} \text{ (H/m)} \quad L_K^\circ = (2 \cdot \ln \frac{d}{r} + 0,96) \cdot 10^{-7} \text{ (H/m)}$$

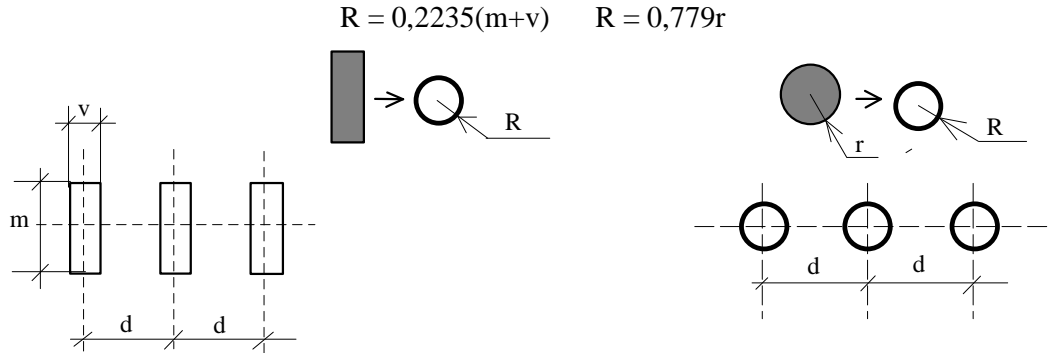
$$L_K^\circ = \left(4,6 \cdot \lg \frac{d}{r} + 0,96 \right) \cdot 10^{-7}$$

$$L^\circ = \left(4,6 \cdot \lg \frac{d}{r} + 0,5 \right) \cdot 10^{-7} \quad L_1^\circ = L_3^\circ = \left(4,6 \cdot \lg \frac{d}{r} + 1,19 \right) \cdot 10^{-7}$$

$$L_2^\circ = \left(4,6 \cdot \lg \frac{d}{r} + 0,5 \right) \cdot 10^{-7}$$

Négyszög keresztmetszet esetén: bevezetjük az egyenértékű sugár (R) fogalmát, amely annak a vékonyfalú vezetőnek a sugara, amelynek ugyanakkora az induktivitása, mint a valóságos tömör, négyszög keresztmetszetű vezetőé.

A tömör, körkeresztmetszetű vezetőt is helyettesíthetjük vékonyfalú cső keresztmetszetű vezetővel, melynek képzetes sugara: R.



$$R = 0,2235(m+v) \quad R = 0,779r$$

$$L_k^\circ = \left(4,6 \cdot \lg \frac{d}{R} + 0,462 \right) \cdot 10^{-7}$$

$$L_1^\circ = L_3^\circ = \left(4,6 \cdot \lg \frac{d}{R} + 0,693 \right) \cdot 10^{-7}$$

$$L_2^\circ = \left(4,6 \cdot \lg \frac{d}{R} \right) \cdot 10^{-7}$$

8.4 Gyűjtősínek méretezése

8.4.1 Üzemi és zárlati melegedésre

1. *Üzemi melegedésre:* állandósult állapotban létrejövő túlmelegedés ne lépje túl a megengedett túlmelegedés értékét. Terhelhetőségi táblázat alapján. Az alapadatok festetlen, álló gyűjtősínekre vonatkozik.

Fekvő gyűjtősínnél 0,9, két párhuzamos gyűjtősínnél 0,85 a terhelhetőséget csökkentő tényező.

Meghatározható a túlmelegedés értéke az alábbi összefüggés szerint is:

$$I_n^2 \cdot R \cdot t = \alpha \cdot F \cdot (\vartheta_v - \vartheta_k) \text{ összefüggés alapján, ahol}$$

$$\Delta\vartheta = (\vartheta_v - \vartheta_k) \text{ a túlmelegedés}$$

F a hőátadó felület (m²)

ϑ_v a végső hőmérséklet (°C)

ϑ_k a kezdeti hőmérséklet(°C)

α a hőátadási tényező $\left(\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right)$

$$\Delta\vartheta = \frac{I_n^2 \cdot R \cdot t}{\alpha \cdot F}$$

2. Zárlati melegedésre

A zárlati felmelegedés sebessége: $\frac{\tau}{t} = B \cdot \frac{I_z^2}{A^2}$ (°C/s), ahol τ a gyűjtősín túlmelegedése (°C),
t a zárlat fennállásának ideje (s)
 $\frac{I_z}{A}$ a zárlati áramsűrűség (A/mm²)

vörösrézre: $B = 81 \cdot 10^{-4}$

B - anyagi állandó

alumíniumra: $B = 187 \cdot 10^{-4}$

aludúrra: $B = 200 \cdot 10^{-4}$

Adott keresztmetszetű gyűjtősínen átfolyó zárlati áramot meghatározhatjuk: $t_{\max} = \frac{\tau \cdot A^2}{B \cdot I_z^2}$ (s)

A keresztmetszetet és a védelem lekapcsolási idejét úgy kell megállapítani, hogy a gyűjtősín hőmérséklete a 300°C-ot ne haladja meg. Mivel a terhelt gyűjtősín 30°C környezeti és 30°C üzemi túlmelegedés mellett 60°C-nak vehető, a rövidzárlati túlmelegedés megengedhető mértéke általános esetben 240 °C-nak vehető.

Más módon:

$I_z^2 \cdot R \cdot t = c \cdot m \cdot \Delta\vartheta$ összefüggésből $\Delta\vartheta = \frac{I_z^2 \cdot R \cdot t}{c \cdot m}$, ahol c a fajhő $\frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$
 m a tömeg (kg) ($m = V \cdot \rho$)
 V a gyűjtősín térfogata
 ρ a sűrűség

8.4.2 Feszültségesésre

A feszültségesés a nagy keresztmetszet és a rövid távolságok miatt nem számottevő, igen hosszú és nagy terhelésű gyűjtősíneken közelíti csak meg a megengedett 2 %-ot (a hatásos ellenálláson létrejövő feszültségesést ezért el is hanyagoljuk).

$U_L = \sqrt{3} \cdot I \cdot X_L = \sqrt{3} \cdot I \cdot \omega \cdot L' \cdot \Sigma l$ L' a méterenkénti induktivitás.

$\varepsilon = 2\% = \frac{U_L}{U_n} \cdot 100$, ahol U_n a névleges vonali feszültség.

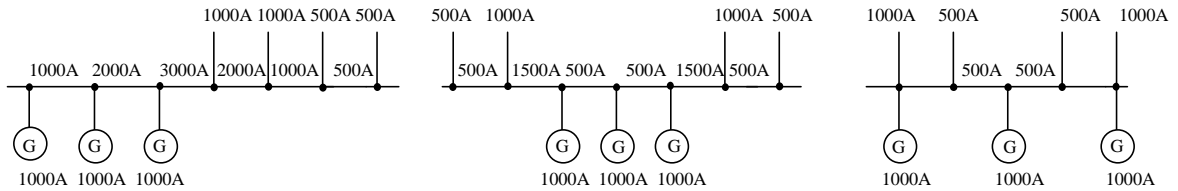
Vízszintes elrendezésű gyűjtősínek esetén a külső sínek feszültségesése a nagyobb, az a mértékadó.

8.4.3 Gazdaságosságra

A gazdaságos áramsűrűség ismeretében (J_g), melynek értéke függ az üzemórák számától

$$A_g = \frac{I_n}{J_g} (\text{mm}^2)$$

Fontos a betáplálások és leágazások helyes csoportosítása is.



8.4.4 Mechanikai szilárdságra

A lököáram értéke : $I_1 = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_z$, ahol $\kappa = 1,8$ és I_z a zárlati áram effektív értéke

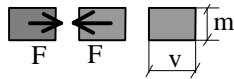
A maximális erőhatás: $F_{\max} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1}{d} \cdot I_1^2 (\text{N})$.

A zárlat bekövetkezésekor nem lesz a lököárammal azonos nagyságú az áram mindhárom fázisban, ezért $F = c \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1}{d} \cdot I_1^2$, ahol $c = 0,87$.

az ébredő nyomaték: $M = \frac{F \cdot l}{12} (\text{Nm})$,

a sínben fellépő feszültség (igénybevétel) $\sigma = \frac{M}{K} = \frac{F \cdot l}{12 \cdot K} (\text{N/m}^2)$

K - keresztmetszeti tényező: $K = \frac{m \cdot v^2}{6} (\text{cm}^3)$



A szilárdságtani számítás akkor helyes, ha $\sigma \leq \sigma_{\text{meg}}$. $\sigma_{\text{meg}} = \frac{\sigma_{0,02}}{b}$, ahol $b = 3$.

8.4.5 Önrezgésszámra

A sín saját frekvenciáját mindkét oldali merev befogás esetén az alábbiak szerint számíthatjuk:

$f_0 = c \cdot \frac{112}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I}{g}}$ az alapharmonikusra (f_0 ne legyen f közelében)

c - állandó, értéke alumíniumra: $1,67 \cdot 10^6$, rézre: $1,25 \cdot 10^6$

l - a gyűjtősín alátámasztási köze (cm)

E - a sín rugalmassági modulusa (N/cm^2)

I - a fázisvezető sín másodrendű nyomatéka (cm^4)

g - a fázisvezető 1 cm hosszú darabjának a tömege (N/cm)