

GANZ

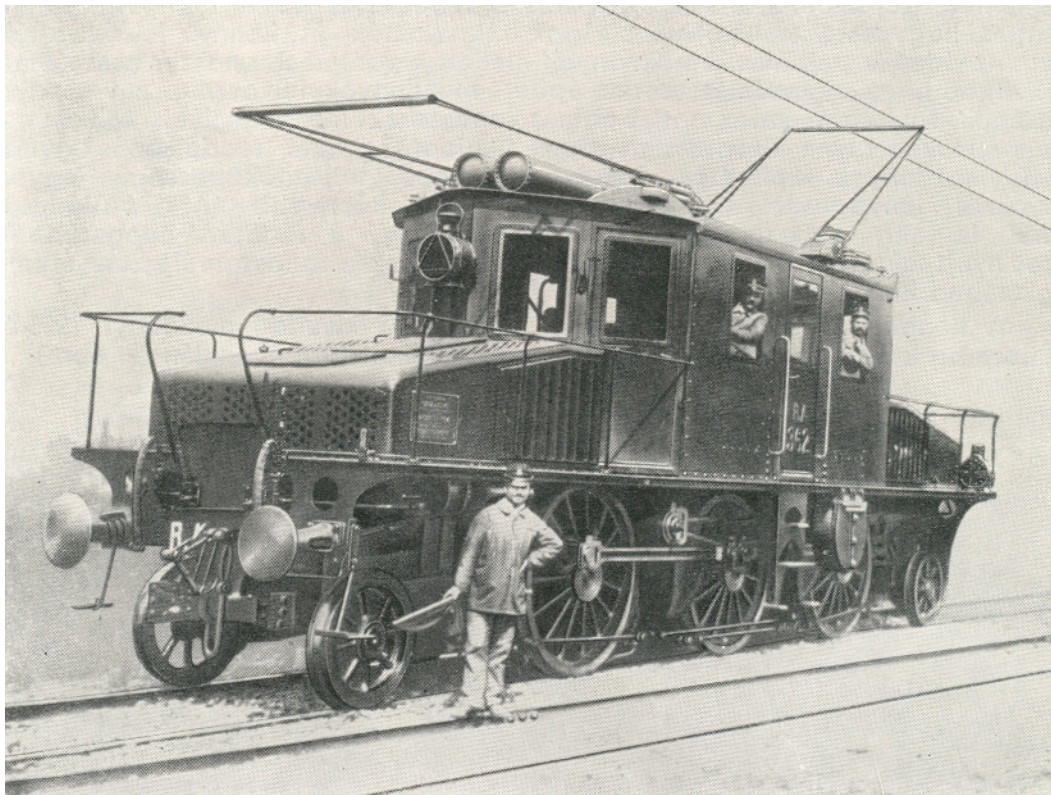
AZ EGYFÁZISÚ, 50 PERIÓDUSÚ
FÁZISVÁLTÓS VONTATÁSI RENDSZER
ÚJABB FEJLŐDÉSE

GANZ

AZ EGYFÁZISÚ, 50 PERIÓDUSÚ FÁZISVÁLTÓS VONTATÁSI RENDSZER ÚJABB FEJLŐDÉSE

GANZ ÉS TÁRSA
VILLAMOSSÁGI, GÉP-, WAGGON-, ÉS HAJÓGYÁR R.T.
BUDAPEST
10 POSTAFIÓK 47

ALAPÍTÁSI ÉV: 1844



1. ábra.

A Valtellina vasúton 1902-ben üzembe helyezett háromfázisú villamos mozdony.

AZ OLASZ VILLAMOSÍTÁS

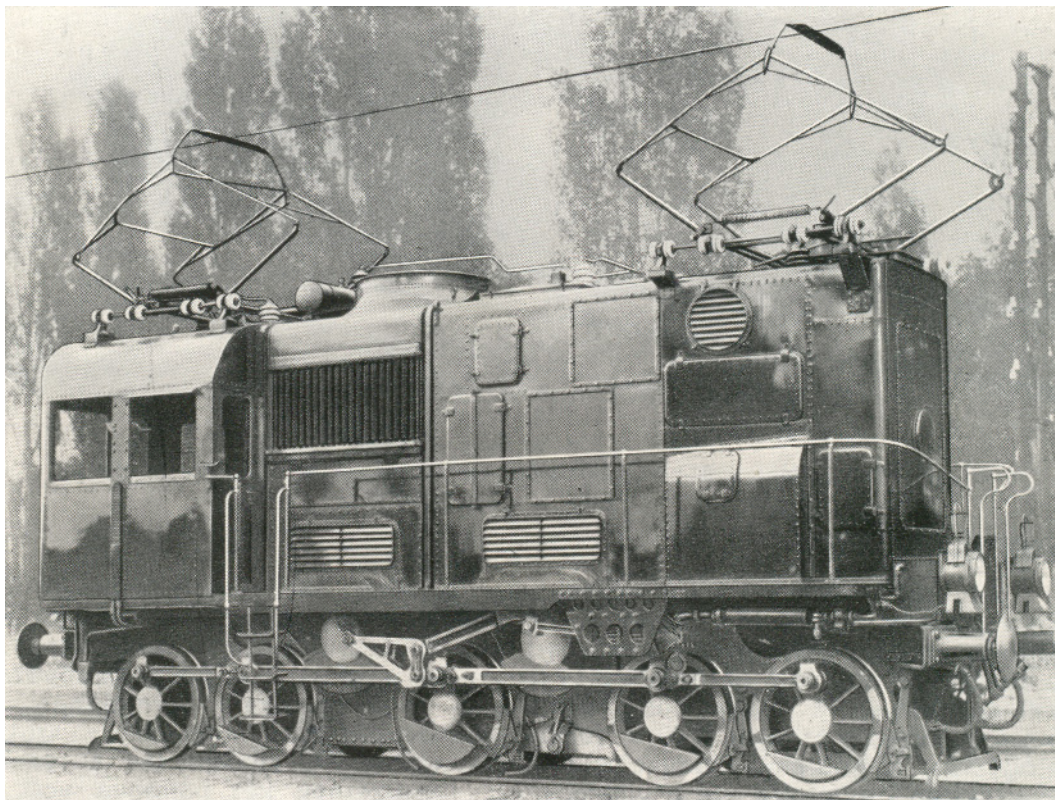
Az olasz Valtellina vasúton, mint Európa első villamosított fővasúti vonalán, 1902-ben vették fel a villamos üzemet. A villamosítást saját elgondolásai szerint a Ganz-gyár hajtotta végre, megalkotva a közismert ú. n. olasz villamosítási rendszert (1. ábra). Ennél a mozdonyokhoz való energia-hozzávezetés két egymástól szigetelt felsővezeték és a sín felhasználásával $16 \frac{2}{3}$ periódusú, háromfázisú váltakozóáram formájában történt, a hajtómotorok pedig a teljes 3000 V felsővezeték-feszültségre tekercselt, szokványos csúsztatógűrűs, forgóáramú, indukciós motorok voltak. A villamosítás a reményeket teljes mértékben beváltotta, de a villamosítási rendszernek két hátránya volt, amely más országokban való elterjedését meggátolta: a kétpólusú felsővezeték és az országostól eltérő periódusszám. A század elején egymásután villamosító többi országok vagy az egyenáramot, vagy a $16 \frac{2}{3}$ periódusú egyfázisú rendszert fogadták el. A felsővezeték mindkét rendszernél egypólusú és az egyenáramnál ezenfelül a táplálás megfelelő áramátalakító alállomások közbeiktatásával az országos hálózatról történhet. Hátránya az egyenáramnak az áramátalakító alállomások szükségessége és a táplálási feszültség korlátozottsága. Az alállomásokat még a mai korszerű 3000 V feszültségnél is igen sűrűn kell felállítani és a felsővezeték-keresztmetszetek ennek dacára igen nagyra adódnak. A $16 \frac{2}{3}$ periódusú rendszerrel csupán egyszerű transzformátor-alállomások felállítása szükséges, az alkalmazható nagy táplálófeszültség viszont nagy alállomás-távolságok megvalósítását és kis keresztmetszetű, könnyű felsővezeték építését teszi lehetővé. Az abnormalis periódusszám folytán azonban a vasút számára vagy külön áramfejlesztő telepeket és távvezeték-hálózatot kell építeni, vagy ha a vasutat mégis az országos hálózatról akarjuk táplálni, igen költséges alállomásokat kell felállítani.

50 PERIÓDUSÚ, FÁZISVÁLTÓS PRÓBAMOZDONY

A Valtellina-tapasztalatokra támaszkodva és a másik két rendszer hátrányainak kiküszöbölésére alkotta meg Kandó Kálmán 1915. és 1920. között az 50 periódusú, egyfázisú, fázisváltós vontatási rendszert, amelynél a vasútvonalak táplálása az országos hálózatról

egyszerű transzformátor-alállomásokon át lehetséges és a táplálási feszültség is olyan magas, hogy nagy alállomás-távolságok választhatók és könnyű felsővezeték alkalmazható. Az ideális táplálási körülmények mellett e vontatási rendszer használhatóságát az dönti el, hogy az elgondolás szerint épített mozdonyok felveszik-e a versenyt üzemi tulajdonságok, súly és ár szempontjából más rendszerek mozdonyaival. Mivel pedig a fejlődés mai fokán olyan kifogástalan üzemi tulajdonságokkal rendelkező egyfázisú, 50 periódusú mozdonyok építhetők, amelyek azonos teljesítőképességű egyenáramú mozdonyoknál lényegesen könnyebbek, de a legkönnyebb 16 2/3 periódusú mozdonyoknál is alig nehezebbek, megállapítható, hogy e rendszer elfogadása komoly előnyöket nyújt mindama országok számára, amelyeknek a rendszerválasztás szempontjából még szabad kezük van.

A Kandó-féle elgondolás szerint épült első kísérleti mozdonyt 1923-ban helyezték üzembe a Magyar Államvasutak budapest–alagi próbavonalán (2. ábra). E mozdonyon a von-



2. ábra.

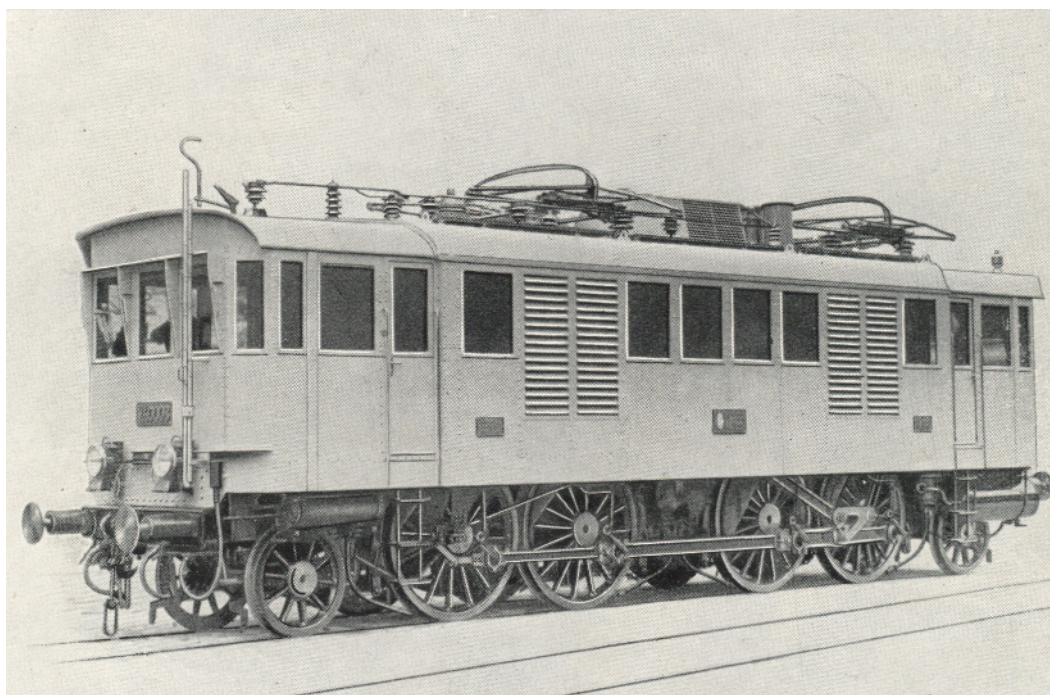
Az 1923-ban üzembe helyezett első fázisváltós próbamozdony.

tatásra két, csúsztatógyűrűs, forgóáramú indukciós motor szolgál, amelyek különleges rudazathajtással vannak az öt hajtott tengelyhez kapcsolva. A vontatómotorokat a fázisváltó szekunder tekercselése táplálja. A fázisváltó egy több tekercselésű szinkróngép, amely a felsővezetékéből a primertekercselésbe bevezetett 50 periódusú, egyfázisú 16 kV áramot a vontatómotorok számára többfázisú, kb. 1000 Voltos forgóárammá alakítja át. A fázisváltó ezenfelül szinkrón gerjesztése következtében a felsővezetékéből az energiát egységnyi teljesítménytényező mellett veszi fel, aminek folytán a feszültségesések, amelyek abszolút értékre az 50 periódus miatt elég jelentékenyek, az alállomás feszültséghez vektorálisan kedvezően adódnak hozzá és így a vonalfeszültséget nagyságra nézve alig befolyásolják. Konstrukciója következtében a fázisváltónak nagy primer dropja van. Ez egyrészt azt eredményezi, hogy a fázisváltó rövidzárási árama kisebb, mint a legnagyobb terhelési árama, ami durva szinkronizálást tesz lehetővé, másrészt pedig azt az előnyt nyújtja, hogy egységnyi teljesítménytényezőre való szabályozással egyidejűleg a vontatómotorok kapocsfeszültsége oly értelemben változik meg, hogy a motorok csak túlterheléskor kapnak teljes kapocsfeszültséget, kisebb terheléseknél pedig a kapocsfeszültség lényegesen csökken. Ez a körülmény

igen kedvezően befolyásolja a vontatás hatásfokát. A motorok pólusátkapcsolásosak és négy gazdaságos motorfordulatszámot, illetve mozdony sebességet tesznek lehetővé. A mozdony a gazdaságos mozdonysebességeket az alkalmazott motortípus következtében a terheléstől függetlenül állandó értéken tartja. Lejtőkben e tulajdonság következtében önműködően rekuperációs fékezés következik be, aminek folytán lejtőkben a mozdony minden járulékos berendezés nélkül a teljes vonatsúly lefékezésére képes. A mozdony felgyorsítása az egyik gazdaságos sebességről a másikra a motorok csúsztatógyűrűihez kapcsolt folyadékindítóval történik.

A MAGYAR VILLAMOSÍTÁS

A próbamozdony teljes mértékben igazolta az elgondolás helyességét és a fázisváltós mozdony jó üzemi tulajdonságait. Ennek folytán, amikor a Magyar Államvasutak 1931-ben a budapest–hegyeshalmi fővonal villamosítását elhatározta, a próbaeredmények alapján úgy döntött, hogy a villamosítást a fázisváltós rendszer szerint valósítja meg.



3. ábra.

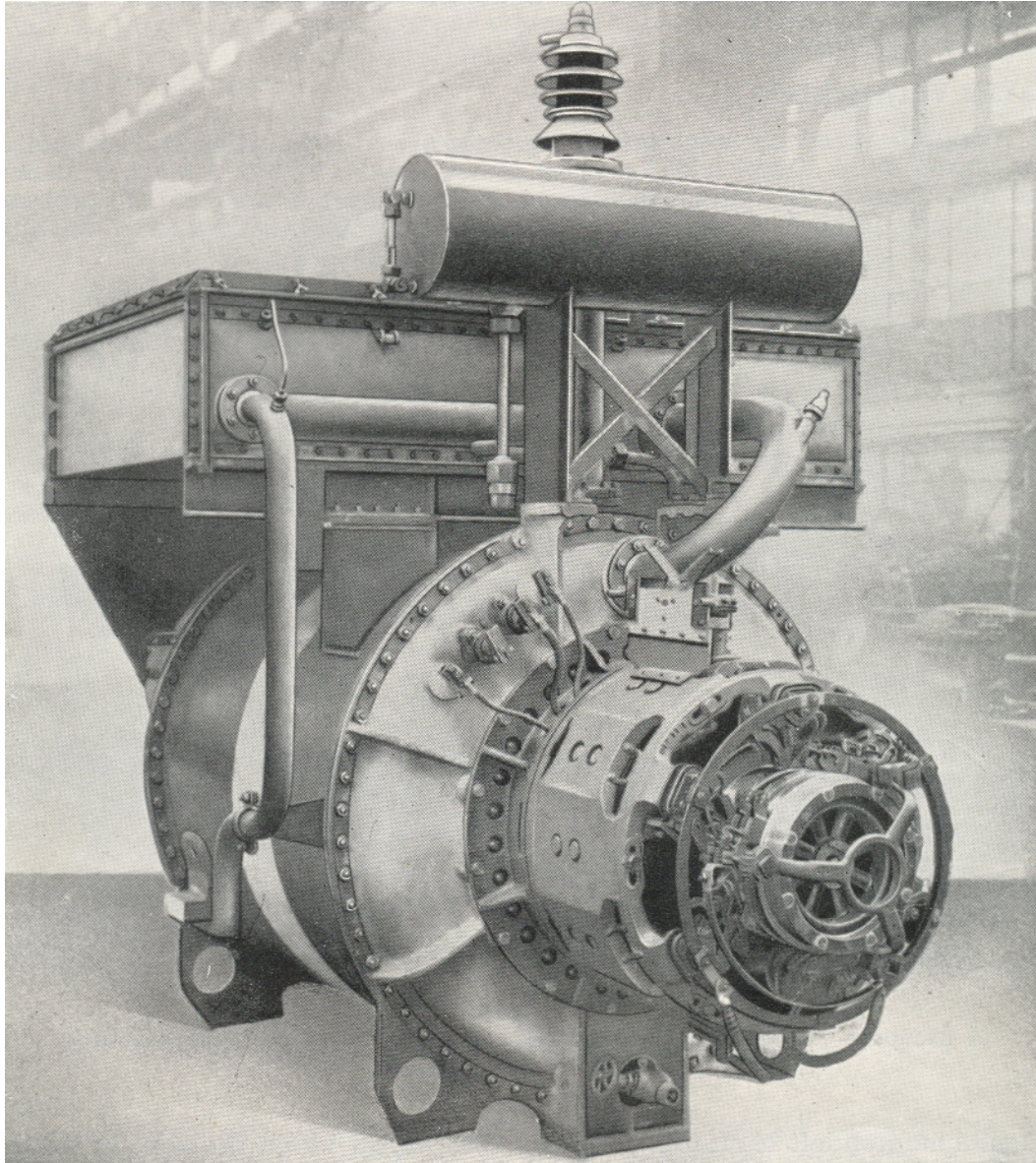
A Budapest–Hegyeshalom-i vonalon 1933. óta üzemben lévő 32 1-D-1 fázisváltós egységmozdony egyike.

Az e vonalra megrendelt 26 mozdony 1933 és 1936 között került üzembe és az üzemben lévő mozdonyok száma 1944-ig póttrendelések következtében 32-re emelkedett.

A hegyeshalmi vonalon üzembe helyezett 32 mozdony (3. ábra) villamos berendezés szempontjából teljesen egyforma, a mechanikus rész szempontjából 29 mozdony 1-D-1 tengely-elrendezésű és 1660 mm átmérőjű hajtott kerekekkel van ellátva 100 km/óra legnagyobb sebességre, 3 mozdony pedig F tengelyelrendezésű 1150 mm átmérőjű hajtott kerekekkel 68 km/óra legnagyobb sebességre. A vasút az 1-D-1 típust mint univerzálmozdonyokat használja teher-, személy- és gyorsvonatok vontatására, az F-mozdonyokat pedig a legnehezebb szénvonatok továbbítására a tatabányai szénvidék és Budapest között.

A villamos rész csak részletkivitelekben különbözik az alagi próbamozdonytól. A felsővezeték 50 periódusú 16 kV feszültségű, egyfázisú árama a 4 pólusú, szinkron fázisváltó (4. ábra) primertekercseléséhez van vezetve és a fázisváltó szekundertekercselésén többfázisú, kb. 1000 V feszültségű forgóáram vehető le a vontatómotor számára. A vontatómotor pólusátkapcsolásának megkönnyítésére a fázisváltó szekundertekercselése 3, 4 5 és 6

fázisú megcsapolásokkal van ellátva. A mozdonyba egyetlen vontatómotor van beépítve, amelynek tekercselése 72, 36, 24 és 18 pólusúra kapcsolható át. A vontatómotor hajtórudak segítségével közvetlenül hajtja a kapcsolt tengelyeket és az 1-D-1 mozdony 1660 mm kerékát-mérőjénél a fenti pólusszámoknak megfelelő gazdaságos sebességek 25, 50, 75 és 100 km/óra-ra adódnak. A pólusátkapcsolásra és irányváltásra egy főáramú kapcsolóberendezés, az egyik gazdaságos sebességről a másikra való felgyorsításra pedig egy folyadékindító szol-



4. ábra.
Az 1933-ban üzembe helyezett mozdonyok fázisváltója.

gál. A fázisváltó csúsztatógyűrűkön keresztül a vontatómotor forgórészét táplálja, a folyadékindító pedig az állórész 48 kivezetéséhez van kapcsolva.

A fázisváltó különlegessége állórészének olaj- és forgórészének vízűtése. Újszerűsége ellenére e hűtési mód igen jól bevált és üzemi panaszokra nem adott okot. Az állórész olajűtése a primer-tekercselést túlfeszültségekkel szemben igen ellenállóvá teszi, a forgórész vízűtése pedig igen jó anyagkihasználást tett lehetővé. A vontatómotornak levegőűtése van.

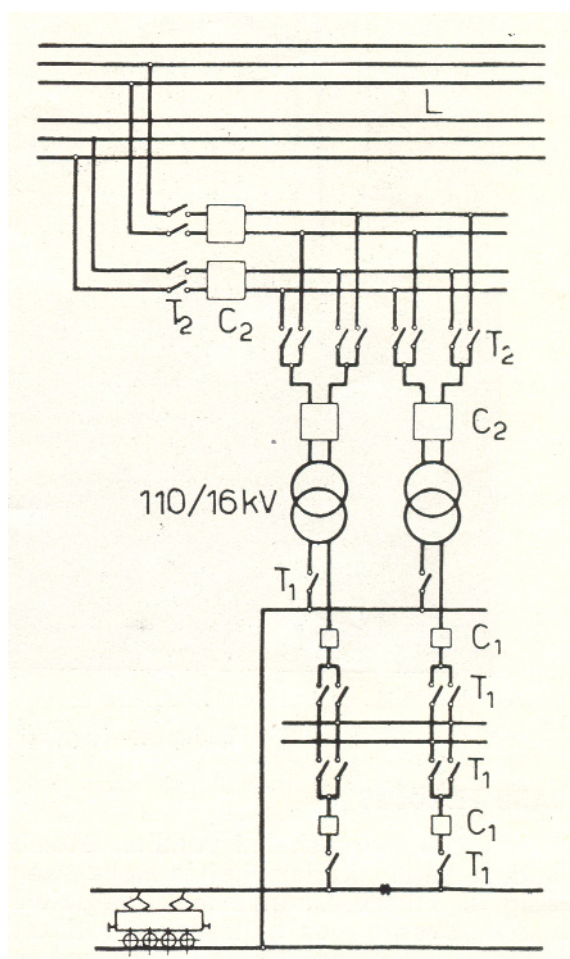
A mozdony vezérlése az említett főáramú kapcsolóberendezésén kívül a folyadékindító szabályozó berendezéséből áll. Ez utóbbinak célja a vízindító olyan vezérlése, hogy az egyik sebességről a másikra való gyorsításkor a vezérkontrolleren beállított teljesítményfelvétel és ezzel együtt a gyorsító vonóerő a gyorsítás folyamán állandó értékű maradjon. A szabályozóberendezés tartja egyúttal helyes értéken a fázisváltó gerjesztését is. Ennek következtében, hogy a gyorsítás folyamán a vonóerőszabályozás önműködővé van téve és hogy a mozdony az egyes gazdaságos sebességeket a terheléstől függetlenül állandó értéken tartja, a mozdony kezelése más rendszerű mozdonyokhoz képest igen egyszerűvé válik. Igaz, hogy felgyorsításakor és az egyes állomáskörzeteket egymástól elválasztó fázisátároknál a szinkrón fázisváltó különleges műveletek elvégzését teszi szükségessé, de ezek is olyan egyszerűek, hogy amint azt a magyar üzemi tapasztalatok is bizonyítják, a vezető számára számbajövő megterhelést nem jelentenek.

A kb. 190 km hosszú vonal számára négy egyfázisú állomás épült egyenként 2X4000 kVA transzformátorteljesítménnyel. Az állomás elvi kapcsolási vázlatát az 5. ábra mutatja. Az egyfázisú állomások váltogatva vannak a vasútvonallal párhuzamosan haladó 110 kV-os háromfázisú távvezeték két-két vezetékére rákapcsolva. E távvezeték részét képezi Magyarország országos távvezeték-hálózatának és több kalorikus telep, valamint fogyasztóként több nagyváros (köztük Budapest) és ipartelep van rákapcsolva.

A közel 190 km hosszú kettősvágányú vonalon kb. 600 vágánykilométer van ellátva villamos munkavezetékekkel, így többek között Budapest-Keleti-pályaudvar teljes vágányhálózata és Budapest déli teherpályaudvarának vágányai. A munkavezeték a 16 2/3 periódusú vasutaknál megszokott egyszerű, könnyű kivitelben épült meg (6. ábra).

A villamosítás messzemenően igazolta a hozzáfűzött reményeket. A mozdonyok villamos része teljes mértékben bevált mind üzemi, mind pedig fenntartási szempontból és a Magyar Államvasutak összehasonlító vizsgálatai szerint a mozdonyok üzembiztonság szempontjából más rendszerű mozdonyokkal legalább egyenértékűek. A mechanikus részén bizonyos nehézségek mutatkoztak a hajtóművel kapcsolatban, de megfelelő anyag alkalmazásával ezeken is sikerült úrrá lenni. A mozdonyok havi futási teljesítménye nagy átlagban 10.000-11.000 km, amely érték megítélésénél figyelembe kell venni, hogy a mozdonyok kb. 75%-ban olyan tehervonatot vontatnak, amelyeknek sebessége mindössze 50 km/óra. De olyan hónapok is előfordultak, amikor a mozdonyok átlagos futási teljesítménye majdnem 14.000 km volt.

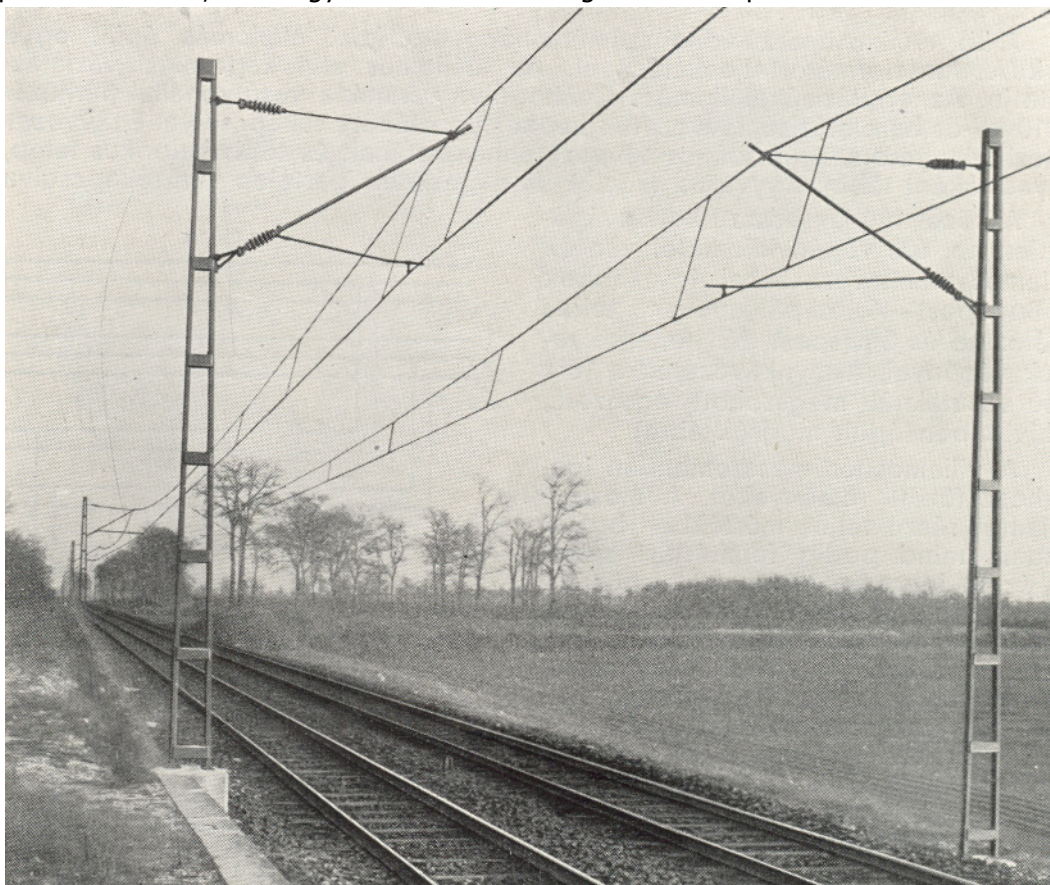
A vontatási rendszer egyes tulajdonságaira áttérve, már említettük korábban, hogy a mozdony az indukciós vontatómotor következtében a bekapcsolt sebességet a terheléstől függetlenül állandó értéken tartja. A mozdonynak ezt a tulajdonságát a magyar üzem igen nagyra értékeli, mivel ez a menetrend szinte óraműszerű betartását teszi lehetővé. A magyar villamosított vonal kis esései mellett az önműködően bekövetkező rekuperációs féke-



5. ábra.
Az 50 periódusú egyfázisú állomások elvi kapcsolási vázlatja.

- L. Nagyfeszültségű háromfázisú hálózat
- T₂ Kétpólusú szakaszoló
- C₂ Kétpólusú áramszakító
- T₁ Egypólusú szakaszoló
- C₁ Egypólusú áramszakító

zésnek csak kisebb jelentősége van, de az üzemre itt is nagyon kedvezően hat ki az a körülmény, hogy a lejtőkben sem a mozdonyt kikapcsolni, sem pedig a vonatot fékezni nem kell. Dacára a kétszeres energiaátalakításnak a magyar üzem fogyasztási eredményei is igen kedvezőek, ami elsősorban a vontatómotoroként alkalmazott jó hatásfokú indukciós motorra vezethető vissza. Az egységnyi teljesítménytényezővel dolgozó fázisváltók a vonal feszültségviszonyait olyan kedvezőekké teszik, hogy a 45–50 km-es állomástávolság mellett számottevő feszültségesések egyáltalán nem lépnek fel, sőt szükség esetén az egyes szakaszokat a szomszédos szakaszból is táplálni lehet, ami pedig 70–80 km-es táplálási távolságokat eredményez. Az egyfázisú terheléslökések a háromfázisú hálózatban nem idéznek elő káros visszahatást, a befolyás a műszereken éppen, hogy csak érzékelhető, pedig a magyar tapasztalatok olyan időkre is kiterjednek, amikor a 110 kV távvezeték, amelyre a vasúti állomások kapcsolva vannak, csak egyetlen 26.000 kVA generátor táplálta.



6. ábra.
Budapest–Hegyeshalom-i vonal felsővezetéke.

ÚJABB FEJLŐDÉS

A hegyeshalmi vonalon üzemben lévő mozdonyoknak egyetlen hátránya van: a rudazathajtás. Rudazathajtás mellett sem nagyobb sebességű mozdonyokat építeni, sem pedig a korszerű irányzatnak megfelelően forgóvázas mozdonytípusra áttérni nem lehet. Fogaskerekes egyes hajtásnak a rudazathajtás helyett való alkalmazása az eredeti Kandó-rendszer mellett azért nem lehetséges, mivel az egyes hajtásnál kiadódó kis hajtómotorok nem építhetők több pólusszámra való átkapcsolható kivitelben, főképp az ilyen kivittel együtt járó nagyszámú csúsztatógyűrű miatt. Ezen a nehézségen a Ganz-gyár a periódusváltás elvének bevezetésével segített. A fázis- és periódusváltós mozdonyoknál a mozdonyba bevezetett 16 kV, 50 periódusú, egyfázisú áram a vontatómotorok táplálására kb. 1000 V feszültségű, változtatható periódusszámú háromfázisú árammá alakíttatik át.

A periódusváltás elvét a Ganz-gyár a Magyar Államvasutak számára épített 2 db 4000 LE-s 2'Do2' tengelyelrendezésű, 125 km/óra legnagyobb sebességű mozdonyon próbál-

ta ki. A két mozdonyba egy különálló periódusváltó gépcsoport volt beépítve, amely a periódusszámnak nullaértékből kiindulva folytonos változtatását tette lehetővé, aminek eredményeként a vontatásra rövidrezárt forgórészű indukciós motorok voltak alkalmazhatók. E két mozdony egyike a háború alatt el is készült és bár a kísérletek befejezését a háborús események már nem engedték meg, a próbák, amelyek végrehajtására még mód nyílt, igazolták az elv helyességét és értékes tapasztalatokkal szolgáltak a jövőre nézve. A két periódusváltós mozdony a háborús események következtében olyan sérüléseket szenvedett, hogy helyreállításukat az Államvasutak egyelőre nem tartja érdemesnek.

3200 LE-s Bo'Co' UNIVERZÁLIS MOZDONY

A Magyar Államvasutak messzemenő villamosítási programjával összefüggésben tervezte meg a Ganz-gyár a kísérleti periódusváltós mozdonyokat továbbfejlesztve a 3200 LE-s fázis- és periódusváltós mozdonyt. E mozdohnál a periódusváltó a fázisváltóval össze van építve és a periódusszámnak 5 lépésben való változtatását teszi lehetővé, a vontatásra pedig csúsztatógyűrűs indukciós motorok vannak alkalmazva. A tengelyenkénti egyes hajtás, valamint a vontatómotorok kis súlya és kis méretei viszont módot nyújtanak nemcsak arra, hogy a mechanikus részt egyszerű forgóvázas kivitelben lehessen megoldani, de arra is, hogy maguknál a forgóvázaknál is a legegyszerűbb kivitel lehessen alkalmazni. Mindezen körülmények eredményeként a Magyar Államvasutak által sorozatos gyártásra kiválasztott 3200 LE-s mozdony súlya olyan kis értékre volt csökkenthető, hogy a súly további csökkentése már adhéziós szempontok miatt sem volna kívánatos. Ez a mozdony kis sebességeknél is önsúlyt, mint adhéziós súlyt messzemenően kihasználó indító- és órák vonóerejével kifogástalanul megfelel tehervonatok vontatására, annak folytán pedig, hogy jelentős névleges teljesítményét a 125 km/óra legnagyobb sebességnél is ki tudja fejteni, sőt ezenfelül még a legnagyobb sebességeknél is kb. 40%-kal túlterhelhető, egyúttal gyorsvonati vontatás szempontjából is ideálisnak tekinthető.

A MOZDONYRENDSZER ISMERTETÉSE

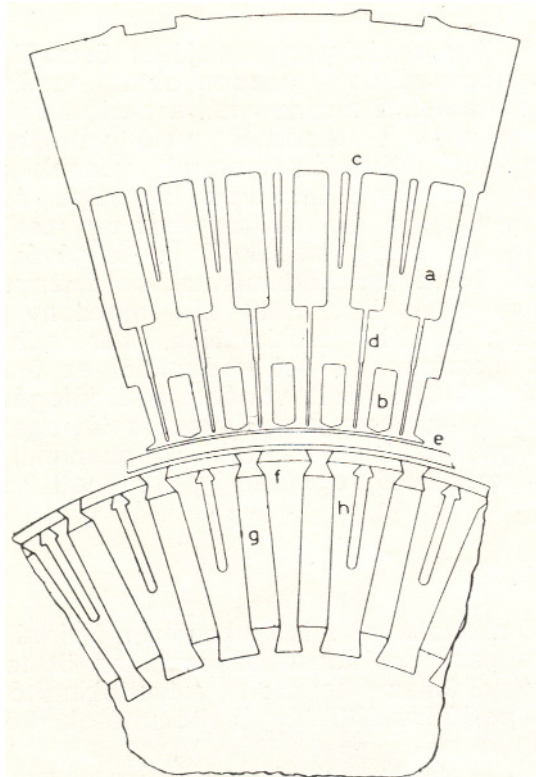
A mozdony gépi berendezésének fő alkatelemei a következők: a fázisváltó, a vele közös házba épített és mechanikusan kapcsolt periódusváltó, mind az öt tengelyen 1-1 hajtómotor, a hajtómotorok csúsztatógyűrűihez kapcsolt folyadékindító és végül a fázisváltó és periódusváltó, illetve a periódusváltó és hajtómotorok közötti kapcsolóberendezés.

A fázisváltó egy szinkrógép, amely a mozdonyba bevezetett 50 periódusú 16 kV-os egyfázisú áramot háromfázisú, 50 periódusú, kb. 1000 V feszültségű árammá alakítja át. A gép állórészében az egyfázisú primertekercselés és a háromfázisú szekundertekercselés külön hornyokban van elhelyezve (7. ábra), amelyek közül a primerhornyok kiképzése olyan, hogy a gép aránylag nagy primer szórással bír. Ennek eredménye a fázisváltó már említett aránylag kis rövidzárási árama és az, hogy amennyiben a fázisváltót $\cos\varphi=1$ -re gerjesztjük, a szekunder tekercselés kapcsain növekvő terhelés mellett növekvő feszültség lép föl. E jelenségeket jól mutatja a fázisváltó 8. ábra szerinti egyszerűsített vektordiagramja. Ez az utóbbi körülmény, amint már rámutattunk, igen kedvezően befolyásolja a mozdony üzemi hatásfokát, mivel ennek következtében a vontatómotorok csak a nagy indítónyomaték kifejtésekor kapják meg a teljes kapocsfeszültséget, viszont ha a kifejtendő nyomaték csökken, kapocsfeszültségük és ennek folytán vasveszteségük is lényegesen kisebbé válik.

A forgórészben elhelyezett gerjesztőtekerccselés táplálására gerjesztőgép szolgál. A gerjesztőgép gerjesztése minden szabályozószerv elkerülésével van megoldva. Az üresjárási alapterjesztést egyenirányítón keresztül egy a fázisváltó megfelelő megcsapolására kapcsolt transzformátor szolgáltatja, a terhelésnél szükséges többletgerjesztésre pedig egy külön gerjesztőtekerccselés van beépítve, amelyet a fázisváltó primeráramába iktatott gerjesztő transzformátor táplál szintén egyenirányítón keresztül. A gerjesztő transzformátor áramkörébe a kívánatos gerjesztési jellegvonal elérésére egy telített vasmagos fojtótekerccs van beépítve (9. ábra). Az alapterjesztés és a primer áramtól függő többletgerjesztés úgy van megállapítva, hogy a teljesítménytényező minden terhelésnél gyakorlatilag egységnyi legyen.

A fázisváltóval összeépített periódusváltó szokványos kivitelű, háromfázisú, csúsztatógyűrűs indukciós gép, amelynek primer tekercselését a fázisváltó 50 periódusú árammal

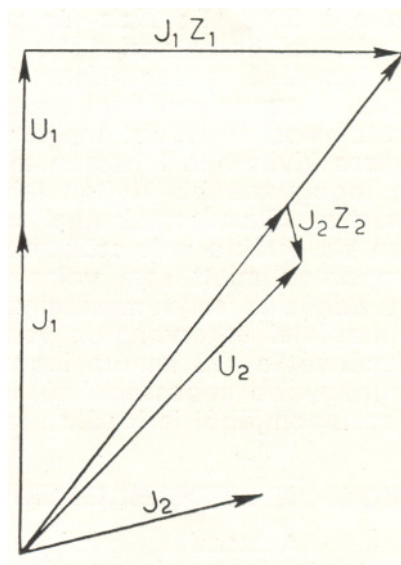
táplálja, a szekundertekercselés pedig a motoráramot szolgáltatja. Ez utóbbi áram periódusszáma a periódusváltó szinkrón és tényleges fordulatszáma közötti különbséggel arányos. A periódusváltóval mechanikusan kapcsolt fázisváltó a periódusváltót állandó fordulattal hajtja és a periódusváltó szinkrón és tényleges fordulatszáma közötti változtatható különbség a periódusváltó pólusszámának és mezőforgási irányának átkapcsolásával jön létre. A négy pólusú fázisváltó folytán a periódusváltó állandó fordulatszáma 1500 perc. Ha a periódusváltó pólusszáma 2 és mezejének forgásiránya a forgórész forgásirányával megegyezik, a fázisváltóról 50 periódussal táplált állórész mellett a forgórész a vontatómotorok számára 25 periódusú áramot szolgáltat. 50 periódusú motoráramot kapunk közvetlenül a fázisváltóról, 75 periódusú áramot pedig ugyancsak 2-pólusú periódusváltókapcsolás mellett, ha mezejének



7. ábra.

A fázisváltó vastestének metszete.

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| a a primer tekercselés | e bakelitcső az állórész lezárására |
| b a szekunder tekercselés hornyai | f csillapítórudak |
| c olajhornyok | g gerjesztő tekercselés |
| d híd a szórás megnövelésére | h a vízűtés csövei |



8. ábra.

A fázisváltó egyszerűsített vektorábrája.

- U_1 primerfeszültség
- I_1 primeráram
- Z_1 primerszórás
- U_2 szekunderfeszültség
- I_2 szekunderáram
- Z_2 szekunderszórás

A szekunderfeszültség növelt léptékben van ábrázolva.

forgásiránya olyan, hogy a forgórész forgásirányával összeadódik. 100 periódusú motoráram nyerésére a periódusváltó pólusszámát 4-re kapcsoljuk át és megtartjuk az előbbi mezőforgásirányt. A periódusváltó 2:4 arányú pólusátkapcsolása a 10. ábrából kivilágló, viszonylag egyszerű átkapcsolási módszerrel történik. 125 periódus előállítására a periódusváltó egy külön 6-pólusú gombolyítással is el van látva. Abból a célból, hogy a hajtómotorok az 1. sebességen, ahol a periódusszám kicsi, de nagy indítónyomatékra van szükség, kissé emelt, a 3. és 4. sebességen pedig, ahol viszont a periódusszám nagy, de a szükséges indítónyomaték már kisebb, csökkentett feszültséget kapjanak, a periódusváltó áttétele az álló- és forgórész között az egységtől kissé különbözik és a táplálási sorrend az 1. sebességen fázisváltó, periódusváltó állórész, periódusváltó forgórész, hajtómotorok, a 3. és 4. sebességen pedig fázisváltó, periódusváltó forgórész, periódusváltó állórész, hajtómotorok. Az 5. sebességen a fázisváltó a periódusváltó-állórészt táplálja, a motorok pedig a periódusváltó forgórészéhez vannak kötve. A fázis- és periódusváltó gépcsoport által termelt 25, 50, 75,

100 és 125 periódusú, háromfázisú áram a hajtómotorokhoz van vezetve és ennek az ötféle periódusszámnak öt gazdaságos mozdonysebesség, és pedig a választott, motorpólusszám, kerékátmérő és áttétel mellett 25, 50, 75, 100 és 125 km/óra felel meg. Az egyik gazdaságos sebességről a másikra való felgyorsítás lehetővé tételére vontatómotorként csúsztatógyűrűs indukciós motorok vannak alkalmazva, amelyeknek csúsztatógyűrűihez folyadékindító csatlakozik.

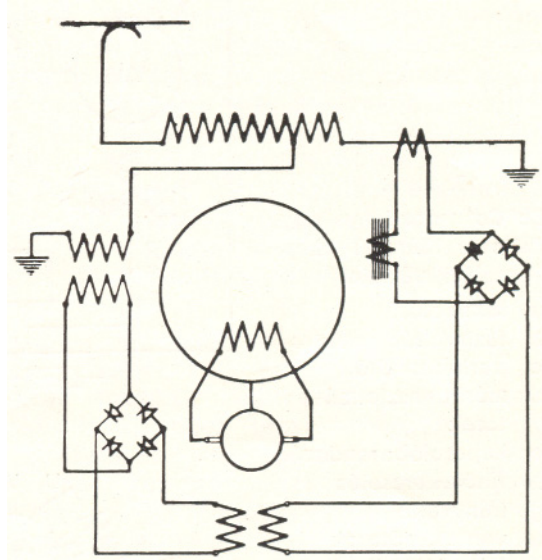
A vontatómotorként alkalmazott háromfázisú, csúsztatógyűrűs, indukciós motorok szokványos kivitelű gépek. Pólusszámuk 6, legnagyobb fordulatszámuk 2500, az áttétel a motorok és a hajtott tengely között 1:3.81, amely áttétel közepesen kopott 1005 mm kerékátmérő mellett a fentebb megadott gazdaságos sebességeket eredményezi.

A kapcsolóberendezés hárompólusú, elektropneumatikus kontaktorokból van felépítve, amelyekhez néhány segédrelé és egy szintén elektropneumatikus működtetésű menetirányváltó járul. Ezek vezérlésének elrendezése olyan, hogy két mozdony összekapcsolása és egy vezetőállásból való vezetése lehetséges legyen.

A vontatómotorok csúsztatógyűrűihez folyadékindító csatlakozik. Mivel az egyes motorok csúsztatógyűrűit nem lehet egymással párhuzamosan kapcsolni, a folyadékindító 15-pólusú kivitelű és mind az öt motor csúsztatógyűrűi külön elektródacsoporthoz vannak vezetve.

A mozdonyba vontatómotorként beépített nagy fordulatszámú, egyszerű kivitelű indukciós motorok kis súlya a motorok karcsapágyas felfüggesztését teszi lehetővé. Egy motor súlya alig több, mint 1800 kg és ebből a súlyból a tengelyt kirúgózatlanul dinamikusan csak nem egészen 1000 kg terheli, aminek folytán nem kell attól tartani, hogy a karcsapágyas motorfelfüggesztésnek a felépítményre káros visszahatása lesz, a motorok maguk pedig szerkezetüknek fogva rázásokkal szemben messzemenően érzéketlenek.

A mechanikus rész forgóvázas kivitelű, egy két- és egy háromtengelyű forgóvázzal (I. tábla). A mozdony üzembesz súlya 85 t és a választott öttengelyű megoldás mellett kiadódó aránylag kis tengelynyomás lehetővé teszi a mozdony nagy sebességgel való járatását körívektől nem mentes pályákon is. Emellett a karcsapágyas motorfelfüggesztésből származó, különben sem nagy rugózatlan tömegek a kis tengelynyomás folytán még jobban vesztenek jelentőségükből.

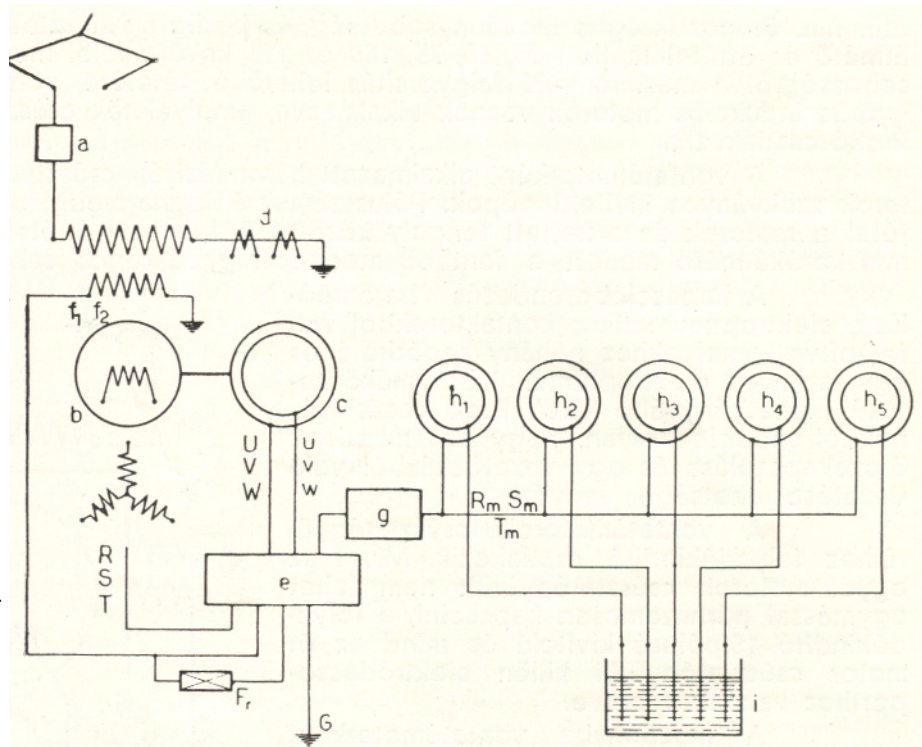


9. ábra.
A fázisváltó gerjesztése.

A MOZDONY FŐBB ADATAI ÉS UZEMI TULAJDONSÁGAI

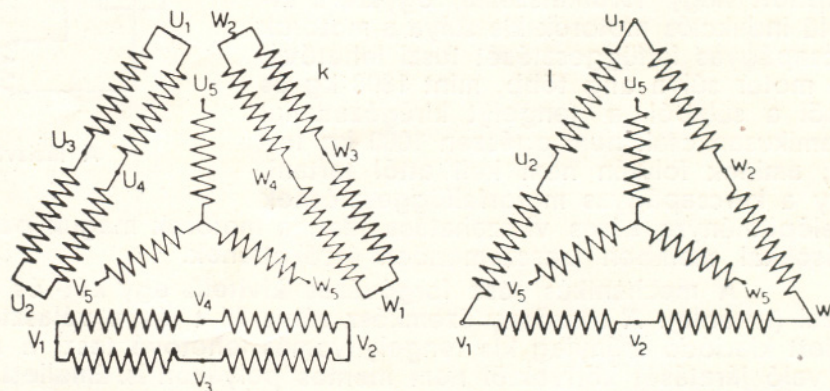
Tápláló áram		16 kV 50 per. egyfázis				
Tengelyelrendezés		Bo'Co'				
Teljes hossz	mm	14600				
Kerékátmérő	mm	1040				
Vill. rész súlya	t	42				
Mech. rész súlya	t	40				
Üzemanyagok	t	3				
Üzembesz súlya	t	85				
Gazdaságos sebességek	km/ó	25	50	75	100	125
Indító vonóerő	t	21	21	16	12	9.6
Órás vonóerő	t	13.5	13.5	10.8	8.6	6.9
Órás teljesítmény	LE	1250	2500	3000	3200	3200

A fenti adatokból is kitűnik, hogy a mozdony egyaránt kifogástalanul használható akár mint tehervonati, akár mint gyorsvonati mozdony. Ennek jelentősége kétirányú: egyrészt csak egyféle mozdonyhoz kell tartalék alkatrészeket raktározni, kevesebb tartalékmoz-



10. ábra.
A Bo' Co' mozdony egysze-
rűsített főáramú kapcsolási
vázlata.

- a főkapcsoló
- b fázisváltó
- c periódusváltó
- d mérőtranszformátorok
- e kapcsolóberendezés
- f₁, f₂ fűtőtekercselés
- g irányváltó
- h₁-h₅ vontatómotorok
- i folyadékindító
- k a periódusváltó állórész-
tekercselése
- l a periódusváltó forgórész-
tekercselése
- K₁-K₁₄ kontaktorok
- S indító állás
- I-V az öt sebesség menet-
állása



	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄
	R-U ₁ S-V ₁ T-W ₁	R-U ₂ S-V ₂ T-W ₂	U ₃ -V ₄ V ₃ -W ₄ W ₃ -U ₄	R _m -U ₁ S _m -V ₁ T _m -W ₁	R _m -U ₂ S _m -V ₂ T _m -W ₂	R _m -U ₁ S _m -W ₁ T _m -V ₁	R _m -V ₂ S _m -U ₂ T _m -W ₂	R-U ₅ S-V ₅ T-W ₅	R _m -u ₂ S _m -v ₂ T _m -w ₂	u ₁ - v ₁ - w ₁ -	R-u ₂ S-v ₂ T-w ₂	R-u ₁ S-w ₁ T-v ₁	R _m -u ₅ S _m -v ₅ T _m -w ₅	F ₁ -u ₁ F ₁ -v ₁ G-w ₁
S						+	+							+
I	+	+	+							+	+			
II	+			+										
III			+	+	+					+	+			
IV						+	+					+		
V								+					+	

donyt kell készenlétben tartani és a javításban lévő mozdonyok száma is kisebb lehet, másrészt a mozdonyfordák összeállításánál kevesebb kötöttséget kell tekintetbe venni és ennek folytán a mozdonyok jobban kihasználhatók.

A mozdony teljesítőképessége üzemi szempontból igen kedvezőnek mondható: a mozdony nehéz, 1500 tonnás tehervonatokat még 3-4%-os emelkedőben is 75 km/ó sebességgel, 750 tonnás gyorsvonatokat pedig 125 km/ó sebességgel tud vontatni, két mozdony összekapcsolva viszont olyan vonóerőt tud kifejteni, amely az Európában szabványosított vonókészülékeket teljesen kihasználja és a mozdony ennek folytán ebben az összeállításban nehéz hegyi pályákon is ideálisan megfelel.

A mozdony üzemi tulajdonságai egyébként messzemenően megfelelnek az üzemben lévő eredeti Kandó-rendszerű mozdonyokénak. Az indukciós vontatómotorok következtében a kiválasztott sebességet a terhelési viszonyoktól függetlenül e mozdony is állandó értéken tartja. A mozdony a kiválasztott sebességet lejtőben is állandó értéken tartja az önműködően bekövetkező rekuperációs fékezés folytán. Ennek a tulajdonságnak különösen hegyi pályákon van igen nagy jelentősége, amennyiben lejtőkön lehetővé válik a teljes vonatsúllynak a mozdony által való lefékezése és az egyenletes sebességgel való leereszkedés. Eltekintve ennek az előnynek üzemi horderejétől ez a fékezési lehetőség a féktuskókopásban is igen számottevő megtakarítást eredményez. Bár az új mozdonytípuson a periódusváltó a hatásfokot kissé rontja, de a számítás szerint a többletvesztések nem befolyásolják meg nem engedhető mértékben az eddigi kedvező fogyasztási eredményeket. Végül a szinkron fázisváltó következtében e mozdony is csak kis mértékben hat vissza a vonalfeszültségre.

A mozdony teljesítmény- és vonóerőadatai világosan mutatják, hogy egyrészt kis sebességeknél az indító és óras vonóerővel a teljes súly adhézió szempontjából olyan messzemenően van kihasználva, hogy a súly további csökkentése már nem is volna kívánatos, másrészt a súly olyan teljesítmény beépítését teszi lehetővé, hogy a mozdony nagysebességű, nehéz gyorsvonatok vontatására is alkalmas. Nem várható ennek folytán, hogy egy adott vontatási feladat más rendszer esetén számbajövően könnyebb mozdonyokkal legyen megoldható. Valóban, ha kiválasztjuk az ismert többi rendszerek közül azt, amely a legkönnyebb mozdonyok építését teszi lehetővé, és pedig a 16 2/3 periódusú kommutátoros motoros rendszert és az ebben a rendszerben megvalósított kivitelek közül is a legkönnyebbek egyikét vesszük példának, az összehasonlítás a következőket mutatja. A svájci Löttschberg-vasút legújabb Bo'Bo' tengelyelrendezésű 4000 LE-s, 125 km/ó sebességű mozdonyának indító és óras vonóereje 'különböző sebességeknél a következő:

Sebesség	km/ó	25	50	75	100	125
Indító vonóerő	t	22	21	17	8.8	5.4
Óras vonóerő	t	13.8	13.8	13.8	8.8	5.4

Ezeket az adatokat az 50 periódusú Bo'Co' mozdony adataival összehasonlítva azt látjuk, hogy kis sebességeknél a két mozdony indító és óras vonóerő szempontjából gyakorlatilag egyenértékű. Számbajövően nagyobb az óras vonóereje a Löttschbergmozdonynak 75 km/ó sebességnél, ahol a mozdony a névleges teljesítményét tudja kifejteni, de 100 km/ó sebességnél az óras vonóerők gyakorlatilag ismét azonosak, 125 km/ó sebességnél pedig már az 50 periódusú Bo'Co' mozdony óras vonóereje nagyobb és pedig nem kevesebb, mint 27%-kal. Amellett az 50 per. mozdony még 100 és 125 km/ó sebességnél is kb. 40%-kal túlterhelhető szemben a Löttschberg-mozdonyal, amelynél e nagy sebességek mellett a túlterhelhetőségi lehetőség már nincs meg. Figyelembevételre, hogy bizonyos sebességeknél a Löttschberg-mozdony teljesítőképessége nagyobb, más sebességeknél viszont az 50 per. Bo'Co' mozdonyé, a névleges teljesítményben mutatkozó 4:5 arányú eltérés ellenére a két mozdonyt egyenértékűnek tekinthetjük. Lévén a Löttschberg-mozdony súlya 80 t és az 50 per. Bo'Co' mozdonyé 85 t, megállapítható, hogy ebből a szempontból sem mutatkozik a két mozdony között számbajövő eltérés. Mindezeket összefoglalva azt látjuk, hogy ha a mozdonyokat nem a névleges teljesítményük alapján hasonlítjuk egymással össze, hanem az egyenértékűséget a különböző sebességeken rendelkezésre álló vonóerő alapján állapítjuk meg, az 50 periódusú fázis- és periódusváltós mozdony egyenértékű teljesítőképesség mellett gyakorlatilag ugyanolyan súlyból oldható meg, mint a legkönnyebb 16 2/3 per. mozdonyok.

A fenti összehasonlításból az is kiviláglik, hogy a mozdony súly megítélésére sokak által használt kg/LE érték nem alkalmas különböző rendszerű mozdonyok összehasonlítására,

mivel a névleges teljesítmény nem határozza meg egyértelműen különböző rendszerű mozdonyok teljesítőképességét.

Az egyenáramú mozdonyok súlya – különösen a 3000 V feszültségűeké – lényegesen nagyobb mint a 16 2/3 periódusú mozdonyoké. Az olasz 2800 LE-s E636 mozdony súlya pld. 101 t és a 3800 LE-s E428 mozdonyé 130 t, a 16 2/3 per. mozdonyokéval nagyjából azonos jellegű vonóerőkarakterisztika mellett (nagyobb sebességeknél erősen csökkenő vonóerő és teljesítmény). E körülmény az 50 per. Bo'Co' mozdony súlyának az egyenáramú mozdonyokéval való összehasonlítását feleslegessé teszi. Egyenáramú mozdonyoknál a nagy súly következtében univerzális típusok nem valósíthatók meg és elkerülhetetlen a minden tengelyen hajtott tehervonati és a több futótengellyel bíró gyorsvonati mozdony külön alkalmazása. Az említett két olasz mozdony közül az E636 mozdony tengelyelrendezése Bo'Bo'Bo' és tehervonatok vontatására alkalmas, az E428 mozdony tengelyelrendezése pedig 2'Do2' és gyorsvonatok továbbítására használatos.

A FŐBB ALKATELEMEK LEÍRÁSA

Áramszedők. A mozdonyon pneumatikus működtetésű, szokványos kivitelű, ollós áramszedők vannak felszerelve. Az áramszedők távműködtetésére egy elektropneumatikus működtetésű áramszedőszelep szolgál.

Főáramszakító. Az áramszedők és a fázisváltó primer bevezetése közé elektropneumatikus távműködtetésű, sűrített levegős ívoltású, egysarkú áramszakító van iktatva. Kikapcsolt helyzetében az áramszakító a fázisváltó primer bevezetését földeli, amire biztonsági okokból van szükség. A távműködtetésre és ívoltásra a mozdony légellátó berendezéséből vett 8-9 kg/cm² nyomású sűrített levegő szolgál. Az áramszakító üzemképességének a mozdony főlégtartályainak feltöltése előtti biztosítására egy a battériáról táplált kis motorkompresszor szolgál, amellyel egy segédlégtartány tölthető fel.

Aramátalakító gépcsoport. A fázisváltó, a periódusváltó és a gerjesztőgép közös házzal és közös – két végén csapágyazott – tengellyel bíró gépcsoportba van összeépítve.

A fázisváltó vastestének metszetét a 7. ábra mutatja. A korábban már említett primer és szekunder tekercselésen kívül a vonat fűtését ellátó fűtési tekercselés és a segédüzemeket ellátó kisfeszültségű háromfázisú tekercselés van az állórészben elhelyezve. Az állórésznek olajhűtése van, amelynek lehetővé tételére az állórész olajtere egy a légrészben elhelyezett bakelitcsővel van a forgórésztől elválasztva. A forgórész hornyaiban van a gerjesztő tekercselés elhelyezve. A forgórészhornyokat lezáró ékek és az ékek között a forgórész kerületén helyet foglaló rudak erőteljes csillapító borítást képeznek az egyfázisú primértekercselés által okozott mezőpulzálás kiegyenlítésére. A forgórésznek vízűtése van. A hűtővíz vezetésére szolgáló csövek a forgórész külön hornyaiban vannak elhelyezve.

A fázisváltónak a periódusváltó felőli oldalán van elhelyezve a gerjesztőgép, amely külső szellőzésű, segédpólusokkal ellátott, külső gerjesztésű dinamó.

A periódusváltó 2, 4 és 6 pólusra átkapcsolható, egyébként szokványos kivitelű, csúsztatógyűrűs, háromfázisú, önszellőzésű indukciós gép. Két tekercselése van: az egyik a 2 és 4 pólusra átkapcsolható tekercselés, a másik a különálló 6 pólusú tekercselés.

A gépcsoport fázisváltó-oldala felett van elhelyezve az olaj- és vízűtő. Az olaj keringetését egy a gépcsoport oldalára felszerelt elektromos olajszivattyú végzi, a hűtővíz keringetését pedig a főtengelyen elhelyezett tengelyvégszivattyú. Az olaj- és vízűtő levegővel van átfúvatva; az átfúvó levegőt a gépcsoport tengelyvégén elhelyezett szellőző szolgáltatja. A gépcsoport tengelyének két végén ezenfelül egy-egy további szellőző van elhelyezve a vontatómotorok szellőzésére.

A fázisváltó szerkezeti felépítése és hűtési módja azonos a jelenleg üzemben lévő fázisváltókéval és ennek folytán jól bevált, kipróbált elrendezésnek tekinthető.

A fázisváltó felgyorsítása a periódusváltó segélyével történik, oly módon, hogy forgórészét egyfázisú segédűfázisban kapcsolásban a fázisváltó megfelelő primer megcsapolására kötjük, állórészét pedig a vontatómotorokon és a vízűdítőn keresztül zárjuk.

A gépcsoport periódusváltó felőli oldalán van a gépcsoportra ráépítve a főáramú kapcsolóberendezés.

Vontatómotorok. A háromfázisú, csúsztatógyűrűs, külső szellőzésű karcsapágyas felfüggesztésű, egyébként szokványos kivitelű vontatómotorok egyoldalas fogaskerék-hajtással kapcsolódnak a mozdonytengelyhez. Hegesztett acélházuk a tengellyel ellentétes oldalon rugózott motorfelfüggesztésre támaszkodik. A fogaskerék-párnak merüléssel olajozása van.

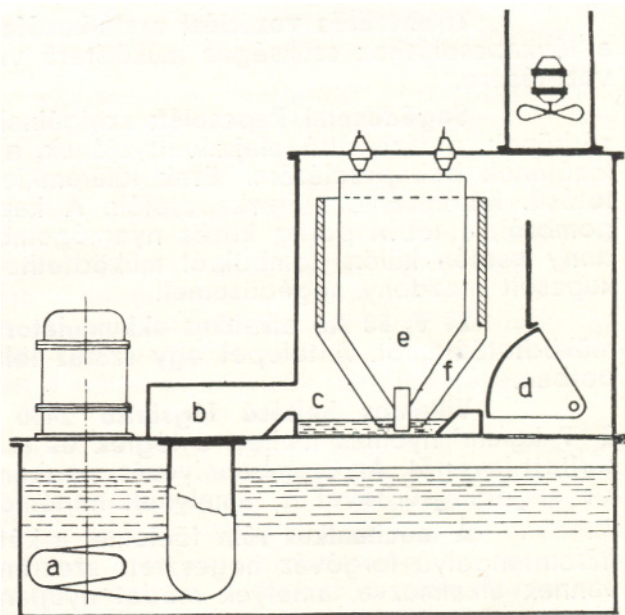
A főáramú kapcsolóberendezés, amely elektropneumatikus távműködtetésű, elektromágneses fúvással ellátott, háromsarkú száraz kapcsolókból (kontaktorokból) áll, az átalakítógépcsoport periódusváltó vége fölött két sorban van felszerelve. A két kontaktorsor között van elhelyezve a gépeket a kontaktorokkal összekötő sínezés. A kapcsolóberendezés segédáramú része (relék, stb.) a mozdony belsejében elhelyezett készülékállványra van szerelve.

A folyadékindító vázlatos szerkezetét a 11. ábra mutatja. Az *a* vízszivattyú az 1%-os szódaoldatot a víztartányból a *b* nyomótérbe nyomja, ahonnan a folyadék a *c* elektródatérbe áramlik. A folyadéknyív az elektródatérben a *d* gát elforgatásával szabályozható. Az elektródatérben 30 feszültség alatt álló elektróda *e* van elhelyezve, amelyek kettőnként párhuzamosan kapcsolva 15 pólusú elrendezést adnak. Két-két feszültség alatt álló elektróda között egy-egy földelt elektróda *f* foglal helyet (az elektródák teljes száma 60), ami által a folyadékindító csillagkapcsolásúvá válik.

Gyorsítás folyamán a vezérlőberendezés a gátat és ennek folyamán az elektródaedényben a víznívót úgy emeli, hogy a motorok vonóereje a sebesség növekedése ellenére állandó maradjon. A gyorsítás befejeztékor az elektródaedény teljesen megtelik elektrolittal. A teljesen feltöltött elektródaedényben a földelt elektródák különleges kiképzése folytán az elektródák felső részét elborító folyadék nem áramlik és ennek folytán a forráspontig melegszik fel. Az így felmelegedett folyadék az elektródák között oly kis ellenállású összeköttetést létesít, hogy a motorforgórész külön rövidzárásától el lehet tekinteni. Az elpárolgó folyadék eltávolítására az indító át van szellőztetve. A légáramlást egy motoros ventilátor hozza létre. E légáramlás az indító kellő mértékű hűtését is biztosítja.

A gátat egy oleopneumatikus szervomotor mozgatja, amelynek vezérlésére három villamos működtetésű szelep szolgál. A szelepek ki- és bekapcsolását egy watterlé végzi, amely a mozdony primer watterfelvételét összehasonlítja a vezérkontrolleren beállított értékkel. Ha a primer watterfelvétel kisebb, mint a beállított érték, a watterlé a szelepek útján a gát emelkedését idézi elő, ha a watterfelvétel megfelel a beállított értéknek, a gát egyhelyben marad, ha végül a watterfelvétel túl nagy, a watterlé a gát süllyesztésére ad impulzust. E berendezés segélyével a gyorsítás folyamán a watterlé a watterfelvételt és ennek folyamán az elektródaedényben a víznívót úgy emeli, hogy a motorok vonóereje a sebesség növekedése ellenére állandó maradjon. A gyorsítás befejeztékor az elektródaedény teljesen megtelik elektrolittal. A teljesen feltöltött elektródaedényben a földelt elektródák különleges kiképzése folytán az elektródák felső részét elborító folyadék nem áramlik és ennek folytán a forráspontig melegszik fel. Az így felmelegedett folyadék az elektródák között oly kis ellenállású összeköttetést létesít, hogy a motorforgórész külön rövidzárásától el lehet tekinteni. Az elpárolgó folyadék eltávolítására az indító át van szellőztetve. A légáramlást egy motoros ventilátor hozza létre. E légáramlás az indító kellő mértékű hűtését is biztosítja.

A 3200 LE-s Bo'Co' mozdony vízindítójának leírt szabályozószerkezete messzemenően hasonlít a jelenleg üzemben lévő mozdonyok mind elvi, mind pedig kiviteli szempontból jól bevált szabályozójához.



11. ábra.

A vízindító elvi elrendezése.

- a keringető vízszivattyú
- b nyomótér
- c elektródatér
- d gát
- e feszültség alatt álló elektródák
- f földelt elektródák

A vezérkontrolleren beállított teljesítményértéknek a wattrelére való átvitele elektromágneses úton történik.

Vezérkapcsoló van elhelyezve mindkét vezetőállomáson, két mozdony együttes vezérlésére alkalmas kivitelben. A vezérkapcsolóba irányváltóhenger, sebesség-váltóhenger, teljesítmény szabályozóhenger és áramszedő- és főkapcsolóhenger, valamint a segédüzemek távműködtetésére szolgáló nyomógombok vannak beépítve. A vezérkapcsolóba vannak beszerelve a mozdony üzemének ellenőrzése szempontjából elsőrendűen fontos műszerek és jelzőlámpák is. Abból a célból, hogy az áramszedők és a főáramszakító két összekapcsolt mozdony esetén külön-külön, legyen működtethető a saját és kapcsolt mozdonyon, a vezérkontrollerbe két egymástól független áramszedő- és főkapcsolóhenger van beépítve, amelyek lehetővé teszik a két összekapcsolt mozdony bármelyikének üzemén kívül helyezését is.

Külön műszertáblák szolgálnak mindkét vezető állásban a mozdony üzemének ellenőrzése szempontjából másodrendű fontosságú műszerek és egyéb kapcsolók, biztosítók, stb. elhelyezésére.

Többszörös vezérlési csatlakozófejek vannak felszerelve mindkét mozdonyvégen a távkapcsoláshoz szükséges működtető vezetékeknek a kapcsolt mozdonyra való átvezetésére.

Segédüzemi kapcsolók szolgálnak a mozdony segédüzemeinek, és pedig a légsűrítőnek, a fázisváltó olajszivattyújának, a folyadékindító két vízszivattyújának és szellőzőjének bekapcsolására. Ezek túláramkioldással ellátott, elektromágneses távműködtetésű, háromsarkú szárazkapcsolók. A kapcsolók közül a kompresszoré külön nyomógombról, a többi pedig közös nyomógombról működtethető. Két összekapcsolt mozdony esetén külön gombokról működtethetők a saját mozdony és külön gombokról a kapcsolt mozdony segédüzemei.

24 V, 80 A ó alkalikus akkumulátortelep szolgáltatja a vezérléshez szükséges működtető áramot. A telepet egy száraz töltőberendezés tartja állandóan töltött állapotban.

Villamos hajtású légsűrítő 2400 liter/perc szívóteljesítménnyel szolgáltatja 8-9 kg/cm² nyomás mellett a légfék és a pneumatikus vezérlő készülékek számára a sűrített levegőt. Az üzembe helyezés megkönnyítésére a mozdony fel van szerelve egy kis segédlégsűrítővel is, amelynek hajtómotora az akkumulátortelepről járatható.

A mechanikus rész főelemei a két forgóváz és a mozdonyszekrény. A két- és háromtengelyű forgóváz hegesztett szekrénytartós kivitelű. Rónai-rendszerű forgóvázak vannak alkalmazva, amelyek módot nyújtanak a forgócsap elhagyására és ennek folytán igen könnyű kiképzést tesznek lehetővé. A két forgóvázon belül a tengelynyomások a rúgók közé épített himbákkal ki vannak egyenlítve. A Rónai-rendszerű forgóváz, amelynél a forgóváznak a szekrényhez képest való ferde beállása meg van akadályozva, és a tengelynyomások kiegyenlítése azt eredményezi, hogy a vonóerő következtében csak aránylag kis tengelynyomás csökkenés lép fel az elől lévő tengelyeken. A vontatómotorok mindkét forgóvázon a hajtott tengelynek a mozdony közepe felé eső oldalán vannak elhelyezve, aminek következtében az elől lévő tengelyeken fellépő tengelynyomás csökkenés és a hátsó tengelyeken fellépő tengelynyomás növekedés ellenére a rúgók igénybevétele nagy vonóerők kifejtésekor is csak aránylag kis mértékben változik.

A mozdonyszekrény a korszerű szerkezeti elveknek megfelelően hegesztett, együtthordó szerkezetként van kiképezve. Fedele megfelelő helyeken leemelhető a fázis- és periódusváltó, valamint a folyadékindító be- és kiszerezésének lehetővé tételére. A mozdony két végén tágas vezetőállás van kialakítva. Két összekapcsolt mozdony esetén a két mozdony közötti érintkezést átjáróajtók teszik lehetővé.

A mozdony fő méretei és általános elrendezése az I. táblán látható.

A MOZDONY KEZELÉSE

A mozdony vezérlőelemei úgy vannak megválasztva, hogy a mozdony kezelése messzemenően a jelenlegi mozdonyok kezeléséhez legyen hasonló, mivel a jelenlegi mozdonyok kezelése egyszerűség és áttekinthetőség szempontjából az üzemi kívánalmaknak teljesen megfelelt.

Üzembehelyezéskor először a segédlégsűrítővel feltöltjük az indításhoz szükséges levegőt tároló segéd tartályt, majd az áramszedő fogantyú elforgatásával feleresztjük az

áramszedőt, bekapcsoljuk az áramszakítót és végül az indítógomb lenyomásával létrehozuk az indítókapcsolást, mire a fázisváltó gyorsulni kezd. A felgyorsulás 2-2½) percig tart és a felgyorsulás végén a fázisváltó önműködően szinkronizmusba ugrik. Az e pillanatban megjelenő szekunder feszültség – amely a felgyorsítás alatt a primer tekercselés szórásai hídja folytán nem tudott kifejlődni – egy váltóáramú relé segítségével az indítókapcsolásnál bekapcsolt kontaktorokat kikapcsolja, amivel egyidejűleg a gerjesztőáramkörök is záródnak és a fázisváltó felgerjed. Ezután a megfelelő nyomógomb lenyomásával bekapcsoljuk a segédüzemeket, a légsűrítógomb lenyomásával pedig megindítjuk a légsűrítőt és a légtartályok feltöltése után a mozdony menetkész.

A mozdony felgyorsításához először az irányváltó fogantyút megfelelő állásba hozzuk, azután a sebességváltó fogantyúval bekapcsoljuk az I. sebességet és végül a teljesítményszabályozókar megfelelő kihúzásával beállítjuk azt a teljesítményt, amelyre a gyorsítás folyamán a folyadékindító wattreléje szabályozzon. Ezután a mozdony önműködően gyorsul fel állandó teljesítményfelvétel mellett az I. sebesség szinkron értékéig. Ennek megtörténte után a sebességváltó fogantyúval átkapcsolhatunk a II. sebességre. Bár a mozdony kikapcsolásának bármely sebességnél való megkönnyítésére egy-egy semleges állás is van az egyes sebességeknek megfelelő fogantyúállások között, az egyik sebességről a másikra való átkapcsoláskor elegendő a sebességváltó fogantyút egyetlen mozdulattal az új sebességnek megfelelő állásra átkapcsolni. Az átkapcsoláshoz szükséges műveletek: a folyadékindító gátjának leesése, az előbbi sebesség kontaktorainak kikapcsolása, az újonnan bekapcsolt sebesség kontaktorainak bekapcsolása és a folyadékindító gátjának kellő magasságra való újbóli felemelkedése megfelelő sorrendben és a legkisebb időkéselem mellett önműködően hajtának végre. Az átkapcsolás megtörténte után a gyorsulás a II. sebességen folytatódik, aminek befejezte után átkapcsolhatunk a III. stb. sebességre, aszerint, hogy milyen sebességig akarjuk a mozdonyt felgyorsítani. A kívánt sebességre való felgyorsítás után a mozdony a beállított sebességet minden beavatkozás nélkül állandó értéken tartja és a mozdonyvezető figyelme teljesen a pálya és a jelzők megfigyelésére összpontosulhat.

Abban az esetben, ha a fázisváltó kiesik a szinkronizmusból, ami a magyar üzemi tapasztalatok szerint csak igen ritkán fordul elő, a sebességváltó fogantyút valamelyik semleges helyzetbe hozva a fázisváltóról lekapcsoljuk a periódusváltót és a motorokat, ezután pedig az áramszedőfogantyú elforgatásával kiemeljük a nyomógombokat és ezzel lekapcsoljuk a segédüzemeket, amivel egyidejűleg a fázisváltó legerjesztése is megtörténik. Ennek megtörténte után, ha a fázisváltó nem lassult le túlságosan, a szinkronizmusba való beugrás mindjárt megtörténik, ha pedig nagyon lelassult volna a fázisváltó, az indítónyomógomb lenyomásával kell az újbóli felgyorsítást végrehajtani.

Hasonló a kezelés akkor is, amikor a mozdony két állomást egymástól elválasztó fázishatáron halad át. A fázishatárokon való áthaladással kapcsolatos műveletek a magyar üzemben annyira ösztönöseké váltak, hogy a vezető számára gyakorlatilag semmi megterhelést nem jelentenek.

Ha két mozdony van összekapcsolva, először az egyiket helyezzük üzembe az előbb ismertetett módon. Ennek megtörténte után erről a mozdonyról a másik mozdony légtartályait is fel tudjuk tölteni. Ezután a második mozdony üzembe helyezése már a távvezérlés segítségével lehetséges az első mozdony vezetőállásáról.

Kettős mozdony kezelése gyorsításkor ugyanolyan, mint az egyedüljáró mozdonyé: az irányváltó és a sebességváltó fogantyú, valamint a terhelésszabályozó fogantyú elmozgatásakor a két mozdony kapcsolóelemei egyidejűleg működnek. A gazdaságos sebességeken való szinkron menetben a terhelés a kerékátmérők közötti különbség miatt általában nem oszlik meg egyformán a két mozdony között, de a terhelés-szabályozókar megfelelő visszavétele segítségével a terhelést a két mozdony között közel egyformán lehet elosztani, mivel a terhelés-szabályozókar visszavétele azt eredményezi, hogy a nagyobb kerékátmérőjű mozdony vízindítója kis mértékben beiktatódik és e mozdony csuszamlása kissé megnövekszik.

Fázisból való esetleges kiesésnél és fázishatároknál a két egymástól független áramszedő-fogantyú és nyomógombcsoport segítségével a két mozdony külön-külön kezelhető. A hátsó mozdony legfontosabb villamos üzemeértékei a vezetőállásban leolvashatók és így a vezető tiszta képet nyer a hátsó mozdony működéséről is mind a normális üzemben (gyorsítás, szinkronmenet), mind pedig a különleges beavatkozást igénylő üzemiállapotokban

(fázisváltó felgyorsítása, fázishatár, fázisból való kiesés).

Tagadhatatlan, hogy a szinkrón fázisváltó kezelése a fázisváltós mozdonyokon más rendszerű mozdonyokhoz képest többletműveletek elvégzését teszi szükségessé a vezető részéről. A fentiekből is megállapítható ezzel szemben, hogy a mozdony kezelése a gyorsítás és az állandó sebességű menet alatt – különösen hegyi pályákon – egyszerűbb, mint más rendszerű mozdonyoké. Mindezeket összevetve megállapítható, hogy a fázis- és periódusváltós mozdony kezelés szempontjából más rendszerű mozdonyokkal legalábbis egyenértékű.

ÖSSZEFOGLALÁS

A leírt fázis- és periódusváltós mozdony megalkotása következtében az 50 periódusú, egyfázisú vontatási rendszer egyesíti magában a többi rendszer minden lényeges előnyét: energiaellátása ugyanúgy az országos hálózatból lehetséges, mint az egyenáramnál, felsővezetéke és alállomásai ugyanolyan egyszerűek, mozdonyai pedig ugyanolyan könnyűek, mint a 16 2/3, periódusú kommutátoros rendszerénél. Említésre méltó hátrány a fázis- és periódusváltós mozdonymnál a más rendszerű mozdonyokkal szemben csupán fogyasztás tekintetében mutatkozik, de hegyi pályákon ez is eltűnik.

A fázis- és periódusváltós mozdonyok hatásfoka ugyanis a kétszeri energiaátalakítás folytán kissé alacsonyabb, mint akár a 16 2/3 periódusú, akár az egyenáramú mozdonyoké és ennek folytán az előbbieknél alkalmazásakor sík- és dombvidéki vonalakon kb. 10%-kal nagyobb fogyasztással kell számolni. Lényegesen megváltozik azonban a helyzet hegyi pályákon a fázis- és periódusváltós mozdonyok önműködő rekuperációs fékezése következtében. 10‰ átlagemelkedésű pályán a fázis- és periódusváltós mozdony fogyasztása a többi rendszerű mozdonyokéval a rekuperációs fékezés folytán körülbelül egyenlővé válik, 16‰ átlagemelkedésű pályán pedig már a fázis- és periódusváltós mozdonymnál mutatkozik kb. 10%-os megtakarítás. Rekuperációs fékezés a 16 2/3, periódusú mozdonyoknál is megoldható ugyan, de olyan bonyolult szerkezetek árán, hogy ilyen berendezésű mozdonyok még Svájcban is ritkák. Kissé egyszerűbben oldható meg a rekuperációs fékezés az egyenáramú mozdonyoknál, de itt ez esetben az alállomások berendezése drágul meg elég lényegesen, mivel az egyszerű egyutas egyenirányítók helyett a rekuperációs fékezés lehetővé tételére kétutas egyenirányításról kell gondoskodni.

Az elmondottak figyelembevételével a fázis- és periódusváltós, 50 periódusú vontatási rendszer gazdasági összehasonlítása a többi ismeretes rendszerrel a fejlődés mai fokán nagy vonalakban a következőképp alakul. Az 50 periódusú és a 16 2/3, periódusú rendszerénél egy adott vontatási feladat megoldásához szükséges mozdonyok súlya és ennek folytán beszerzési ára körülbelül azonos. Azonos a két rendszerben a munkavezeték költsége is, az alállomások költsége pedig közel azonos. Ez utóbbi tételnél némi költségtöbbletet okoz a 16 2/3 periódusú rendszerben a transzformátorok nagyobb súlya és ára. Lényeges költségtöbbletet okoz azonban a 16 2/3, periódusú rendszerben a primer energiaellátás megoldása, mivel ebben az esetben a vasúti energia fejlesztésére és szétosztására külön erőtelepet és erőátviteli berendezést kell létesíteni, amelyek részben a kis periódusszám, részben a rosszabb kihasználás és végül a viszonylag kis teljesítmény következtében csak érzékenyen nagyobb költséggel oldhatók meg, mint az 50 periódusú vontatásnak az országos erőátviteli rendszerbe beilleszkedő energiaellátása. Az 50 periódusú vontatásnak valamivel nagyobb az energiaszükséglete, de a többletnek tőkésített értéke lényegesen kisebb, mint a 16 2/3 periódusú energiaellátás többletköltsége. Hegyi pályán viszont, ahol az 50 periódusú vontatás többletfogyasztása eltűnik, a 16 2/3 periódusú energiaellátás többletköltségével semmilyen előny sem állítható szembe.

Az 50 periódusú és egyenáramú rendszerénél a primer energiaellátás költségei azonosak, az egyenáramú rendszer összes többi beruházási költségtétele azonban lényegesen magasabb. Az egyenirányító alállomások költsége már alállomásonként nagyobb, mint az 50 periódusú egyszerű transzformátorállomásoké és ezenfelül a viszonylag kis feszültség következtében egyenáramnál legalább még egyszer annyi alállomást kell felállítani, mint váltakozó áramnál. De a viszonylag kis alállomástávolság ellenére igen nagy táplálóvezeték keresztmetszeteket kell alkalmazni, aminek folytán az egyenáramú munkavezeték is lényege-

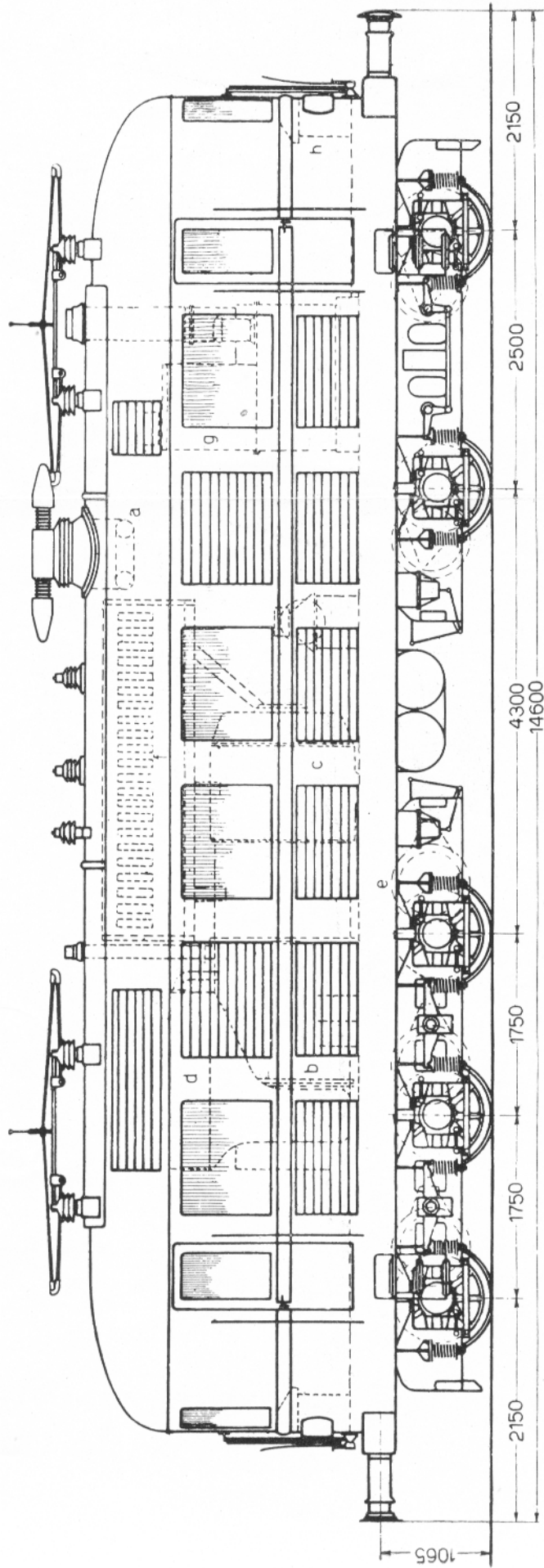
sen drágábbá válik, mint a váltakozóáramú. Az egyenáramú vontató járműveknél külön tehervonati és külön gyors- és személyvonati mozdonyokról kell gondoskodni, amelyek közül a tehervonati mozdonyok 15–20 %-al, a gyors- és személyvonati mozdonyok pedig 40–50 %-al nehezebbek és drágábbak az 50 periódusú mozdonyoknál. Az egyenáramú mozdonyoknál szintén valamivel kisebb az energiafogyasztás, de ha ezt az előnyt hegyi pályán is meg akarjuk tartani, rekuperációs fékezésre kell berendezkedni, ami mind a mozdonyok, mint pedig az állomások költségét még jobban megnöveli.

Az elmondottakat összefoglalva megállapíthatjuk, hogy korszerű szempontoknak megfelelően szerkesztett mozdonyok alkalmazása mellett az 50 periódusú fázis- és periódusváltós vontatási rendszer az üzemi követelményeknek minden szempontból teljes mértékben megfelel és hogy a többi ismeretes rendszerekkel szemben igen lényeges üzemi és gazdasági előnyök felett rendelkezik. Várható tehát, hogy ez a rendszer nemcsak Magyarországon, hanem más országokban is még komoly szerephez fog jutni.

Meg kell még említeni, hogy az 50 periódusú rendszerhez kisebb teljesítményű mozdonyok és villamos motorkocsik is rendelkezésre állanak. A Magyar Államvasutak számára 2 db 600 LE-s tolatómozdony épül, amelyek egyúttal könnyű személyvonatok 80–90 km/ó sebességgel való vontatására is alkalmasak. E mozdonyok villamos berendezésének kivitele olyan, hogy változtatás nélkül felhasználható villamos motorkocsikba való beépítésre is. E mozdonyoknál a vontatásra egyenáramú motorok vannak alkalmazva, amelyeket egy egyfázisú színrónmotorból és egy egyenáramú dinamóból összeállított áramátalakító táplál.

Mind az 1923.-ban üzembe került próbamozdony, mind pedig az 1933.–1943. évi 32 egységmozdony gépszerkezeti részét a Magyar Állami Vas-, Acél- és Gépgyárak készítették és az ismertetett új 3200 LE-s Bo'Co' mozdonyok gépszerkezeti része is e gyár műhelyében áll építés alatt.





I. tábla

3200 LE-s, 50 periódusú, egyfázisú, fázis- és periódusváltós Bo'Co' mozdony jellegrajza.

- a főkapcsoló
- b fázisváltó
- c periódusváltó
- d a fázisváltó olaj és vízhűtője
- e hajtómotorok
- f kapcsolócsoport
- g vízindító
- h vezérkontroller

Elektronikus formában (pdf) újra kiadta:
<http://www.GANZdata.hu>
©2006 ver 1.0

GLOBUS
NYOMDAI MŰINTÉZET RT
BUDAPEST