

B) A sebességváltó

Sebességváltóra főleg a belső égésű motor következő két előnytelen tulajdonsága miatt van szükség:

— üzemi fordulatszám-tartományuk meglehetősen szűk, a maximális fordulatszám kb. csak 2—5-szöröse a legkisebb üzemi fordulatszámnak,

— a nyomaték a fordulatszám függvényében alig változik.

Ha nem lenne mód a motor és a hajtott kerekek közötti áttétel változtatására, akkor a gépjármű üzemi sebessége is szűk határok közé szorulna. Ha pl. úgy választjuk meg az áttételt, hogy a motor legkisebb üzemi fordulatszámához kb. 5 km/h sebesség tartozik (a 0 és 5 km/h sebességkülönbséget a tengelykapcsoló csúsztatásával hidaljuk át), akkor a maximális sebesség legfeljebb négyszer-öttször annyi, vagyis kb. 20—25 km/h lehet. Ha viszont az áttételt kisebbre vesszük, hogy a gépkocsi maximális sebessége pl. 100 km/h legyen, akkor a motor alsó fordulatszámhatárához 20—25 km/h sebesség tartozik. A 0 és 25 km/h sebesség-intervallumot már nem lehet a tengelykapcsoló csúsztatásával üzemszerűen megoldani. Nyilvánvaló, hogy legalább kétféle áttételnek kell rendelkezésre állnia, amelyek közül hol az egyik, hol a másik lenne bekapcsolva a sebességtől függően. Valójában két sebességfokozat általában nem elég, különösen, ha a motor fordulatszám-tartománya kicsi. Figyelembe kell venni azt is, hogy az egyes fokozatokhoz tartozó sebesség-tartományoknak egymást át kell fedniük. Emiatt gépkocsikon általában 3—6 fokozatra van szükség.

Nem elég azonban a motornak csak a kinematikai tulajdonságait ellensúlyozni, dinamikai tulajdonságait is korrigálni kell. Ez azt jelenti, hogy a motor nyomatékát a lehetőségekhez képest növelni kell. Tekintettel arra, hogy a motorból kijövő teljesítmény növelésére nincs mód, a nyomatékot csak a fordulatszám rovására lehet növelni. Ennek a lehetőségnek a kihasználása mechanikus áttételeknél automatikusan adódik.

A sebességváltónak tehát a következő két feladatot kell ellátnia:

— áthidalni a motor szűk üzemi fordulatszám-tartománya és a gépjármű tág üzemi sebességtartománya közötti eltérést,

— megnövelni a motor nyomatékát a rendelkezésre álló teljesítmény és a megkívánt fordulatszám adta lehetőségeken belül.

Valójában a sebességváltó elnevezés helytelen, mert itt nem közvetlenül sebességváltoztatásról van szó, hanem az áttétel változtatásáról, éspedig a kinematikai áttétel és egyidejűleg a nyomatékáttétel változtatásáról. (A csak kinematikai áttétel változtatására a tengelykapcsoló is képes: csúsztatással.)

A sebességváltók nagy fejlődésen mentek át. Az első váltóművekben két, egymással párhuzamos tengelyen ültek a különböző átmérőjű fogaskerekek. A váltás úgy történt, hogy hol az egyik, hol a másik fogaskerékpáron ment át a hajtás az egyik tengelyről a másikra. Később még egy, ún. előtét tengelyt építettek be: a hajtás a bemenő tengelyről az előtét tengelyen keresztül a bemenő tengellyel egy egyenesben levő kimenő tengelyre jutott, így lehetőség volt a fogaskerekek kiiktatásával a közvetlen (direkt) kapcsolat létrehozására is a bemenő és a kimenő tengely között. A fokozat változtatása kezdetben a bordás tengelyre szerelt fogaskerekek tologatásával történt, később külön körmőskapcsolókkal oldották meg a fogaskerekeknek a tengelyhez való rögzítését. Ekkor már nem bordás, hanem sima tengelyre szerelték a fogaskerekeket, amelyek állandóan kapcsolatban voltak párjukkal. A fejlődés során a körmőskapcsolónak azt a hátrányos tulajdonságát küszöbölték ki, hogy különböző fordulatszámú alkatrészeket nehezen lehetett vele összekapcsolni. Ma már szinte minden körmőskapcsoló el van látva valamilyen szinkronizáló berendezéssel.

Már a fejlődés korai szakaszában megjelentek az ún. bolygóműves váltók is, valamint a hidrodinamikus nyomaték-váltók. E két utóbbit igen gyakran kombinálva építik be. Időnként kísérleteztek még hidrosztatikus erőátvitel alkalmazásával, valamint különböző mechanikus fokozatmentes váltóművek kialakításával.

A sebességfokozat váltása még a tengelykapcsoló működtetésénél is jobban igénybe veszi a gépkocsivezetőt. Mivel azonban a fokozatváltás a tengelykapcsoló működtetésénél bonyolultabb folyamat, komolyabb mértékben csak az utolsó évtizedekben kezdtek foglalkozni a fokozatváltás automatizálásával, illetve automatikus váltóművek kialakításával.

A váltóműveket többféleképpen lehet osztályozni. Ha azt vesszük figyelembe, hogy a nyomatékátvitel,

ill. -módosítás milyen úton történik, akkor beszélhetünk

- mechanikus,
- hidraulikus,
- hidromechanikus,
- villamos váltóműről.

A mechanikus váltóműveket tovább oszthatjuk három nagy csoportba:

- egyszerű fogaskerekes,
- bolygóműves,
- fokozatmentes váltómű.

A hidraulikus váltóművek két csoportja:

- hidrodinamikus,
- hidrosztatikus.

A hidromechanikus váltóművek a mechanikus és a hidraulikus váltóművek legkülönbözőbb kombinációból jöhetnek létre.

A váltóműveket a működtetés módja szerint nevezhetjük

- kézi váltású,
- félautomatikus, ill.
- automatikus váltóműnek.

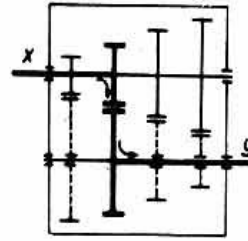
Meg kell jegyezni, hogy a váltómű sokszor szerkezetiileg megosztva kerül kivitelezésre. Az alapvető fokozatok áttételeit a főváltóműben állítjuk elő, s az esetleges kisegítő fokozatok (terepfokozatok, gyorsmeneti fokozat stb.) áttételeit külön szerkezetben valósítjuk meg. Célszerű, ha a kisegítő fokozatokat egy amúgy is meglévő fogaskerekes szerkezetbe (pl. osztómű, differenciál-hajtómű stb.) építjük be. Ezt figyelembe véve beszélhetünk még

- főváltóműről,
- segéd- (terep-, gyorsmeneti stb.) váltóműről.

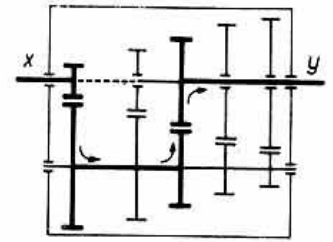
1. Egyszerű fogaskerekes váltóművek

Ez a mechanikus váltóművek legelterjedtebb típusa. Elvi felépítésének két fő változatát a 87. és 88. ábra mutatja. A második változatnak két előnye van az elsőhöz képest: egyrészt a be- és a kimenő tengely között közvetlen (direkt) kapcsolat is létrehozható, ami a hatásfok szempontjából kedvező, másrészt a két fogaskerékpáron való módosítás nagyobb összátétel megvalósítására ad lehetőséget.

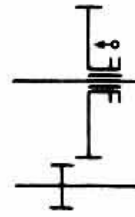
A fokozatváltás egy-egy fogaskerékpár bekapcsolásával történik. A fogaskerékpár közül az egyik kerék általában rögzítve van a tengelyre, tehát csak a másik kerék kapcsolására van szükség. A kapcsolásra két



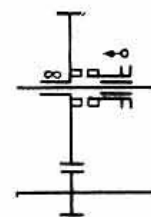
87. ábra



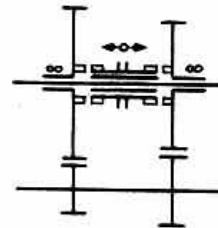
88. ábra



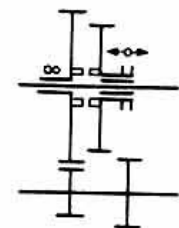
89. ábra



90. ábra



91. ábra



92. ábra

mód van. Az egyik mód abból áll, hogy magát a fogaskereket toljuk el tengelyirányban, hogy a másik kerék fogai közé betoljuk vagy onnan kihúzzuk (89. ábra). A tolókeréket természetesen bordástengelyre kell szerelni. A másik mód a külön tengelykapcsoló alkalmazása a fogaskerék és tengely között. Legegyszerűbb, ha alakkal záró körmös tengelykapcsolót használunk (90. ábra) tolóhüvelyes kivitelben. Az elvi változatokon a továbbiakban a tengelykapcsolót mindig körmös kapcsolónak ábrázoljuk azzal a megjegyzéssel, hogy a konkrét sebességváltókba sokszor másmit (pl. szinkronkapcsolót, többblamellás tengelykapcsolót, mágneses kapcsolót stb.) építenek be. Mind a tolókerék, mind a tolóhüvely mozgatásához külön mozgató mechanizmusra van szükség. A mozgató mechanizmusok számát csökkenthetjük, ha a kapcsolót kétoldalas működésre képezzük ki. A tolóhüvely kiképzése kétoldalas működésre nehézség nélkül megoldható (91. ábra). A 92. ábrán viszont a tolóhüvely és a tolókerék egyesítésével értük el a kétoldalas működést.

A hátrameneti fokozat lehetőséget ad arra, hogy tisztán tolókerékkel is lehessen kétoldalú működtetést megvalósítani. A hátramenethez, vagyis a forgásirány

megváltoztatásához ugyanis egy közbelső kerékre van szükség (93. ábra), s ezt a közbeékelte kereket el tudjuk helyezni úgy, hogy a tolókerék vele kapcsolódhassék. Ugyanaz a tolókerék tehát egyik irányba eltolva valamelyik előremeneti fokozatot, másik irányba eltolva pedig a hátramenetet tudja kapcsolni. A tolókeréknek természetesen középhelyzetének is kell lennie, amikor egy fogaskerékkel sincs kapcsolatban. A tolókerék üresállása nem lehet oldalt (94. ábra), mert akkor a túlsó kerék kapcsolásához először át kellene csúsztatni a tolókerék fogait a közbeékelte kerék fogai között. Kétoldali működésű tolókerék két előremeneti fokozat létesítéséhez (mivel a két fokozat áttételének különböznie kell egymástól), csak úgy képzelhető el, ha két átmérője van, azaz kettőskerék (95. ábra).

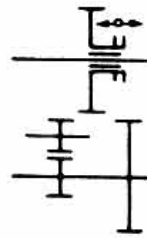
Visszatérve a hátramenet kapcsolására, természetesen ott is alkalmazhatunk tolóhüvelyt (96. ábra), de a tolókerék használata itt más előnyökkel is jár. A 97. ábra bal oldalán még csak az a szokatlan, hogy a közbeékelte kereket képeztük ki tolókeréknek, a jobb oldalon azonban már olyan fogaskerék látható a felső tengelyen, aminek az agya tulajdonképpen önálló tolóhüvelynek van kiképezve. Ez a megoldás helymegtakarítást, valamint alkatrészmenyiség-csökkenést eredményez. (Természetesen a papír síkjába rajzolt közbeékelte kereket mindig a papír síkja előtt vagy mögött képzeljük el.)

A 98. ábrán ugyanaz a fogaskerékpár szolgál egy előremeneti és egy hátrameneti fokozat létesítésére. Az előremenethez a fogaskerékpárt közvetlenül hozzuk kapcsolatba egymással a felső tolókerék jobbra tolásával, a hátramenethez a kettős közbeékelte kereket toljuk annyira balra, hogy a kisebb átmérő az alatta levő kerék mellett akadálytalanul elhaladva a felső kerékkel kapcsolódjék, a nagyobbik átmérő pedig az alsó kerékkel.

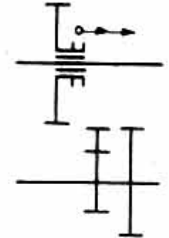
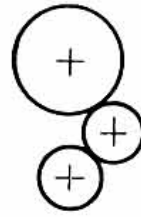
A 99. ábrán az egyik fogaskerék szintén két fokozat megvalósításában vesz részt.

A váltómű kapcsolási vázlat az előző pontban ismertetett kapcsolási módok és elemek igen sokféle kombinációja és variációja szerint épülhet fel.

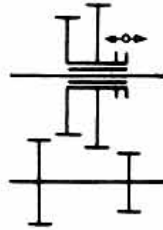
A 100—102. ábrán kitérő tengelyű váltóművek láthatók (az x bemenő és az y kimenő tengely nem esik egy egyenesbe). Minden fokozat áttételét egyetlen fogaskerékpár áttétele adja. A 100. ábra bal oldali vázlatát gyakorlatilag nem használható, mert annyi mozgóberendezést kíván, ahány fokozat van. A jobb oldali ábra már gyakorlatban megvalósított vázlatot mutat. A 101. ábra érdekessége, hogy két tengelyen található szabadon futó kerekek. Az I. és II. fokozat kapcsolása a 92. ábra, a III—IV. fokozat a 91. ábra, a hátramenet a 98. ábra szerint történik.



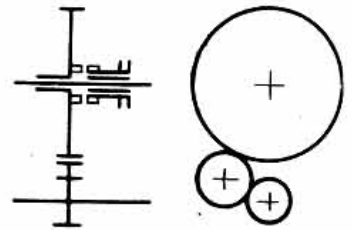
93. ábra



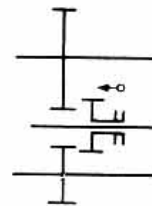
94. ábra



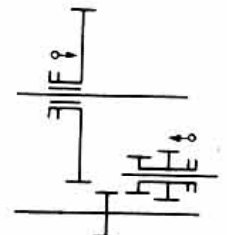
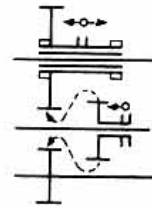
95. ábra



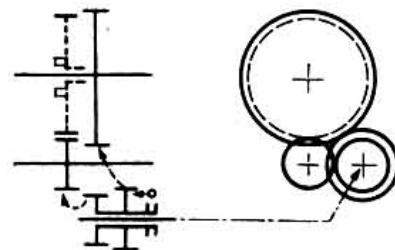
96. ábra



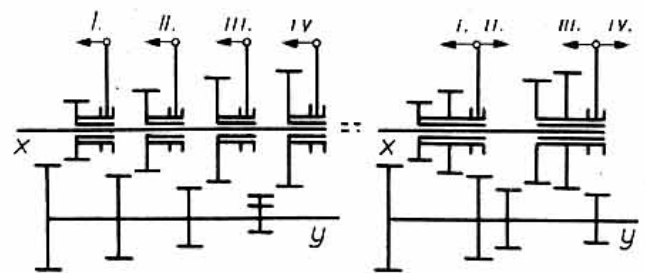
97. ábra



98. ábra



99. ábra



100. ábra

Különleges felépítést láthatunk a 102. ábrán, ahol egyetlen mozgató szerv képes minden fokozatot kapcsolni.

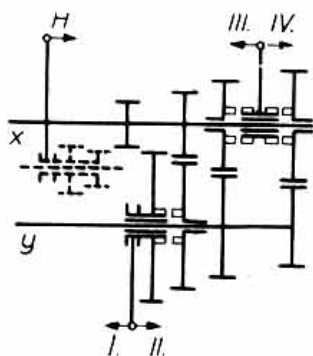
A további vázlatok előtét tengelyes megoldásokat mutatnak, amelyeken a bemenő tengely és az előtét-tengely között állandó értékű, ún. előátétel van. A fokozat áttételét az elő- és az utóátétel szorzata adja, ez utóbbinak az értéke változtatható.

A 103. és 104. ábra kétfokozatú, a 105. ábra három-fokozatú váltóművet mutat. Mivel ezeknek kevés fokozatuk van, főváltóműként nem jöhetnek szóba,

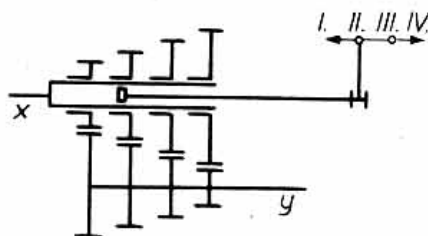
csak segédváltóműként (pl. terepváltó), melyet sorba kapcsolunk a főváltóművel.

A 106—108. ábrán 3+1 fokozatú váltók láthatók. Itt több variációs lehetőség nemigen van.

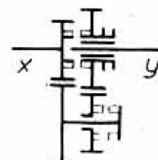
Lényegesen többféle megoldást találhatunk a 4+1-es váltókra. Tolókeresek váltót mutat be a 109. ábra, részben tolóhüvelyest a 110. ábra. Általában mindig a felsőbb fokozatokban (IV, III) kell először tolóhüvelyt alkalmazni tolókerék helyett. Korszerű váltókban mind a négy fokozatot tolóhüvellyel kapcsolják (111. és 112. ábra), de a hátramenethez itt is tolókerék tartozik. A



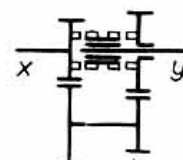
101. ábra



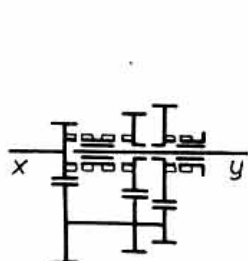
102. ábra



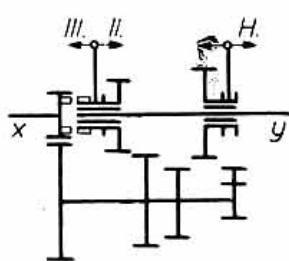
103. ábra



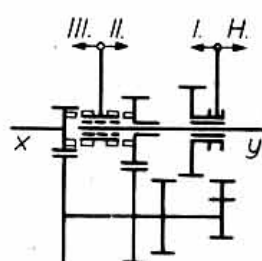
104. ábra



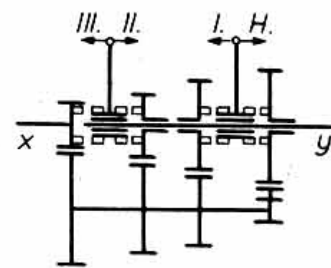
105. ábra



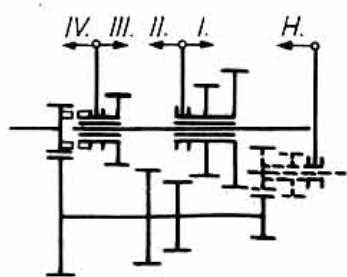
106. ábra



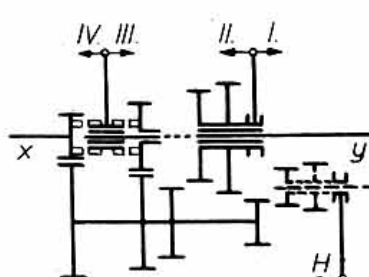
107. ábra



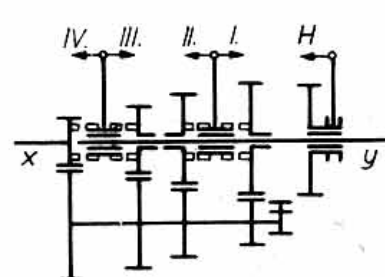
108. ábra



109. ábra



110. ábra



111. ábra

hátramenet létesítéséhez ekkor három többletfogaskerékre van szükség. Helymegtakarítás céljából a hátramenet kerekeit az I. és II. fokozat kerekei közé is beépíthetjük (113. ábra). Érdekes megoldás látható a 114. ábrán, ahol az I—II. tolókerék a III—IV. kapcsolására szolgáló meghosszabbított tolóhüvelyen helyezkedik el, szintén bordás kapcsolattal. A 115. ábra különlegessége, hogy a kimenő tengely a rövidebb (nyelestengely), és a bemenő tengelyen vannak a tolókerékek, azaz itt az utóáttétel az állandó, s az előáttétel a változtatható.

Az 5+1 fokozatú váltómű elrendezésére nagyon nagy számú variáció lehetséges. Tulajdonképpen minden 4+1 váltóműtípus tovább fejleszthető 5+1 fokozatra, és a továbbfejlesztés egyazon váltóműnél is sokféle módon lehetséges. Éppen ezért itt csak egy változatot közlünk a példa kedvéért (116. ábra). A szaggatott vonallal jelzett fogaskerék nem tartozik szorosan a váltóhoz: a segédhajtások (csörlő, daru stb.) energiaellátása történik innen.

Már 5+1, de még inkább 6+1 fokozat esetén a sok fogaskerék miatt túlságosan hosszú előtét tengelyre és kimenő tengelyre van szükség, ami konstrukciós szempontból nagyon előnytelen (lengések!). Ezen vagy úgy segítenek, hogy a tengelyeket több helyen csapágyazzák, vagy két előtét tengelyt alkalmaznak. Ez utóbbinak az a nagy előnye is megvan, hogy — mivel a terhelés párhuzamos ágakra szakad — a fogaskerekek szélessége csökken, az egész váltómű jelentősen megrövidül. Erre a megoldásra csak egy példát mutatunk (117. ábra), mert elvileg az összes eddig ismertetett egy előtét tengelyes típusból képezhető két előtét tengelyes típus.

A két-, illetve háromfokozatú váltóművekről említettük, hogy azok csak segédváltóműként alkalmazhatók, a főváltóművel sorba kapcsolva. Néha azonban a segédváltóművet beépítik a főváltóműbe, erre példa a 118. ábra.

Az eddig ismertetett előtét tengelyes váltóműtípusokra az jellemző, hogy a fogaskerekek száma fokozatonként mindig kettővel szaporodott, azaz egy x előremeneti fokozatú váltóműbe $2+2x$ darab fogaskerék volt beépítve. (A hátramenethez szintén legalább két vagy egy kettős fogaskerékre volt szükség.)

Vannak azonban olyan előtét tengelyes váltóművek, amelyekben viszonylag kevesebb fogaskeréssel több fokozatot lehet megvalósítani, hátrányuk, hogy egyidejűleg két, vagy több kapcsolót kell működtetni.

A 119. ábrán 2×3 fogaskerék látható, a fokozatok száma viszont négy. A fokozatok bekapcsolásához az ABCD kapcsolók közül mindig kettőt kell bekapcsolni, a következő sorrend szerint:

I. $A+D$

II. $A+C$

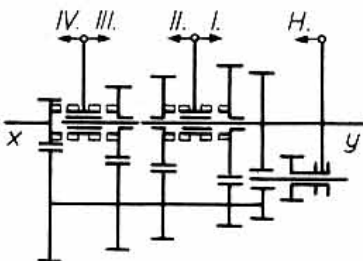
III. $B+D$

IV. $B+C$.

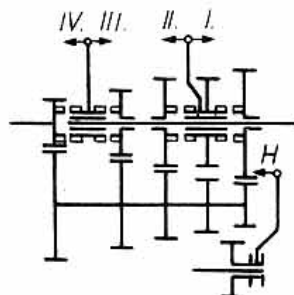
A 120. ábrán 8 fogaskeréssel 6 fokozat oldható meg. Itt is egyszerre két kapcsolót kell bekapcsolni. Az egyes fokozatok bekapcsolása után létrejövő teljesítményáramlást az ábráról leolvashatjuk. Mint látható, az V. fokozat adja a direktet, a VI. fokozat pedig már fordulatszám-növelő áttétel (gyorsmeneti fokozat).

A 121. ábrán a 8 fogaskerék nyolc (!) fokozat kapcsolására ad lehetőséget. Itt az első négy fokozatnál egyidejűleg négy, a másik négy fokozatnál egyidejűleg három kapcsolót kell bekapcsolni. Az utolsó fokozat most is gyorsmeneti áttétel.

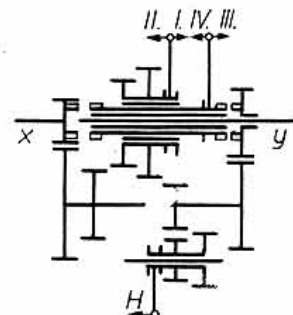
Ezekben a váltóműtípusokban, éppen azért, mert egyidejűleg több kapcsolót kell működtetni különböző variáció szerint, a közönséges körmös kapcsolók nemigen használhatók, inkább mágneses vagy soklamellás tengelykapcsolót szoktak alkalmazni.



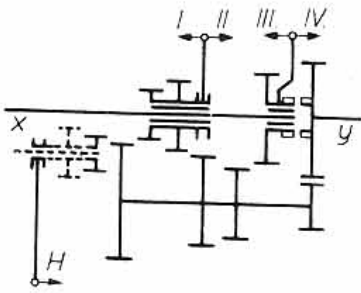
112. ábra



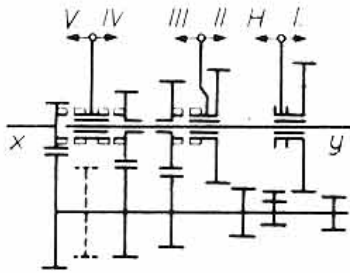
113. ábra



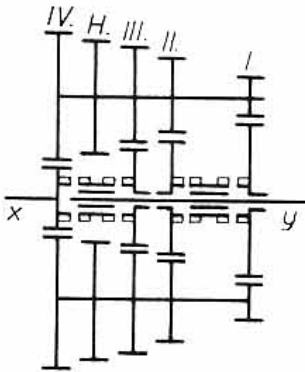
114. ábra



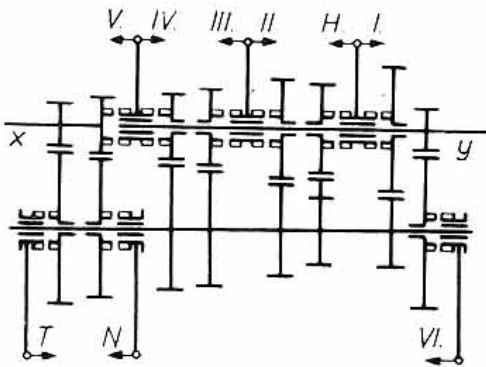
115. ábra



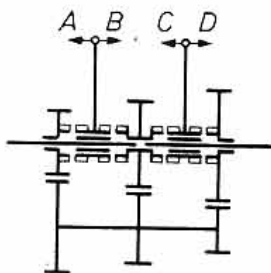
116. ábra



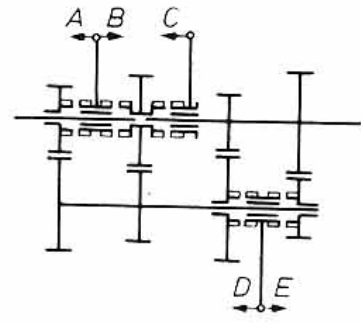
117. ábra



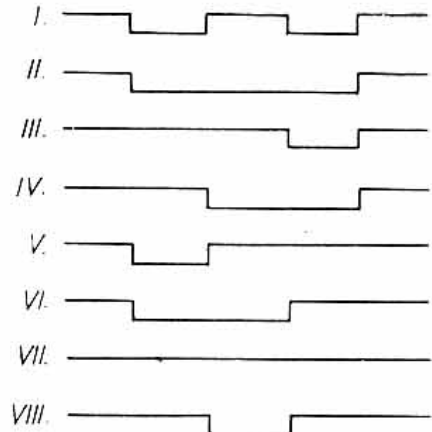
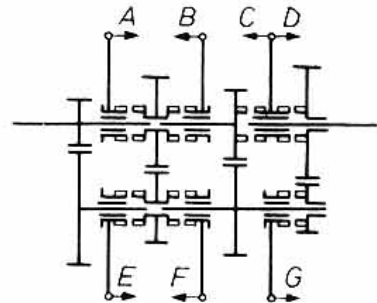
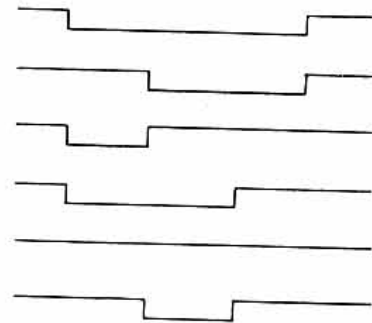
118. ábra



119. ábra



120. ábra



121. ábra