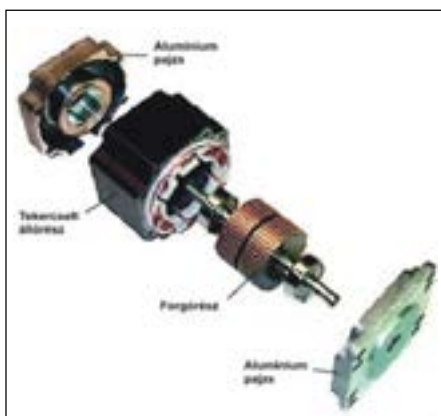


# Villamos hajtások és mozgásvezérlők – 4. rész

Zsuffa Attila – Q-TECH Mérnöki Szolgáltató Kft.

A léptetőmotor egy olyan elektromechanikai eszköz, mely elektromos impulzusok hatására diszkrét mechanikai mozgást végez. Ez a tulajdonság jól illeszkedik a digitális vezérléshez és a kapcsolóüzemű teljesítményelektronikához, ezért jelentősége az utóbbiak elterjedésével rohamosan nő.

A léptetőmotor a vezérlőimpulzusok hatására a rá jellemző elemi szögelfordulást hajt végre. Az impulzusok sorrendje a motor forgásirányát, míg az impulzusok gyakorisága (frekvenciája) a motor forgási sebességét határozza meg. A léptetőmotor mechanikai felépítés szempontjából kefe nélküli motor, melynek állórésze tekercselt, forgórésze pedig fogazott lágyvas, állandómágnes vagy ezek kombinációja (1. ábra).

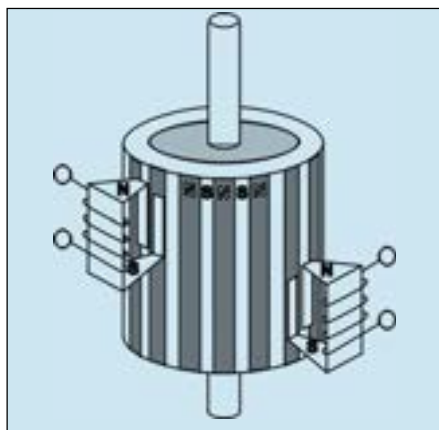
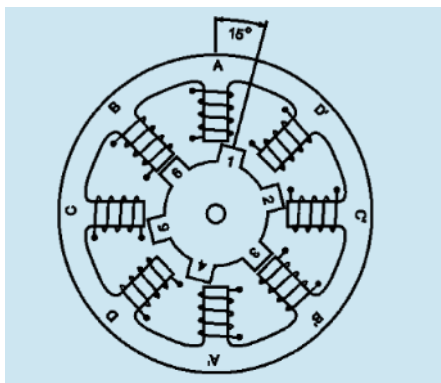


1. ábra Egy tipikus léptetőmotor felépítése

## Mikor használjunk léptetőmotort?

A léptetőmotor jó választás lehet, ha egyszerű vezérelt mozgást kell végrehajtani olyan alkalmazásokban, amelyekben az elfordulási szöget, a sebességet vagy a pozíciót kell vezérelni. A léptetőmotor egyik legnagyobb előnye, hogy nyílthurkú rendszerben (költséges pozícióérzékelő esz-

2. ábra VR-motor metszet



3. ábra PM-motor

köz, pl. forgójeladó nélkül) is megfelelő a pozicionálási pontossága. A léptetőmotorok alkalmazási területe igen széles, mint pl. printerek, plotterek, scannerek, irodagépek, lemezmeghajtók, x-y asztalok, gravírozógépek, robotok és számos további ipari alkalmazás.

Három alapvetően eltérő konstrukciójú léptetőmotort különböztetünk meg:

- Változó mágneses ellenállású (Variable Reluctance – VR) motor
- Állandómágnesű (Permanent Magnet – PM) motor
- Hibrid felépítésű (az előző kettő kombinációja – HB) motor.

## A VR-léptetőmotor

A VR-motor egy fogazott lágyvasból készült forgórészű és tekercselt állórészű léptető motor.

Az állórész pólusszáma és a forgórész

fogszáma különbözik egymástól. Ez az eltolás az oka annak, hogy az állórész-tekercsek egymás utáni, sorban történő gerjesztésével a forgórész elfordítható. Az állórész tekercseit egyenárammal (DC) gerjesztjük. A szemben lévő tekercseket sorba kötik úgy, hogy a forgórész felé eső felükön ellenkező mágneses pólusokat állítsanak elő. A működési elv könnyen megérthető a 2. ábra alapján.

Induljunk ki abból, hogy az ábrán a B-B' tekercspár van gerjesztve, és a lágyvasas forgórész 6-3 fogai állnak velük szemben. A gerjesztést a B-B' tekercséről a C-C' tekercspárra áthelyezve a mágneses tér hatására a forgórész 5-2 fogai fordulnak velük szembe. Ha ezután a gerjesztést a C-C'-tekercspárról a D-D'-re kerül, a forgórész továbbfordul az órajárással megegyező irányba, és a 4-1 fogak kerülnek a gerjesztett tekercspárral szembe. Ugyanígy az A-A' tekercspárra kapcsolt gerjesztésre a forgórész továbbfordul, és a 6-3 fogak kerülnek szembe a gerjesztett tekercspárral. Látható, hogy 3 lépés hatására a forgórész 45°-ot fordult el, tehát egy lépés 15°-nak felel meg. Ha a motort folyamatosan forgatni kívánjuk, a négy tekercspárt kell egymás után sorban gerjesztetni az alábbi gerjesztési sorrendben (1 jelöli a gerjesztett állapotot):

A-A' tekercspár:

10001000100010001000100010001

B-B' tekercspár:

01000100010001000100010001000

C-C' tekercspár:

00100010001000100010001000100

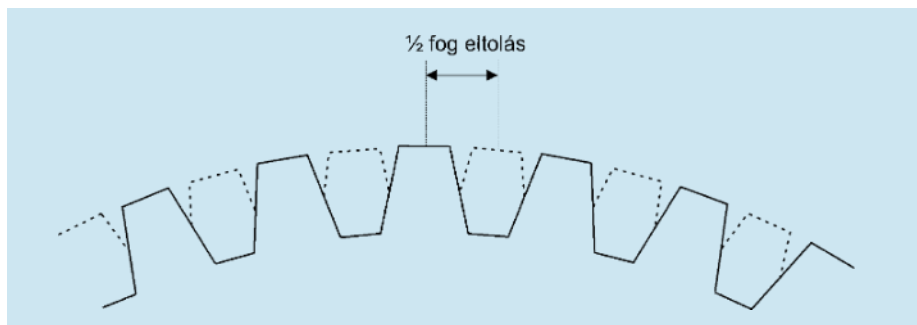
D-D' tekercspár:

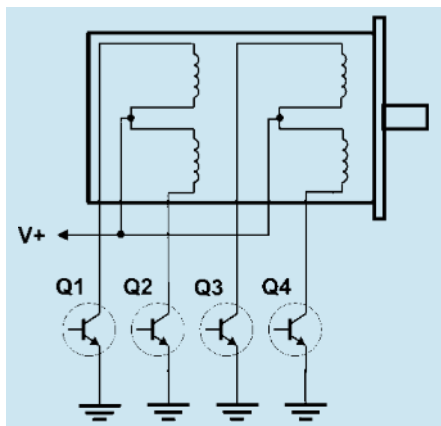
00010001000100010001000100010

A forgásirány megváltoztatása a gerjesztési sorrend felcserélésével történik.

Egy fázishoz a mechanikai konstrukció függvényében több tekercspár is tarthat, ezzel csökkenthető az egy lépéshez tartozó elfordulási szög. A gyakorlatban a

4. ábra Hibrid motor forgórész fogeltolás





5. ábra Unipoláris léptetőmotor vezérlése

leggyakoribbak a 3-4-5-6 fázisú VR-léptetőmotorok, 5...15°-os lépésszöggel. A VR-léptetőmotorokat olyan alkalmazásokban használják, ahol az állandómágnes jelenléte nemkívánatos, valamint ott, ahol az állandómágnesű léptetőmotornál nagyobb (500...2000 lépés/s) sebesség szükséges, de kisebb nyomaték is elegendő.

### Az állandómágnesű (PM) léptetőmotor

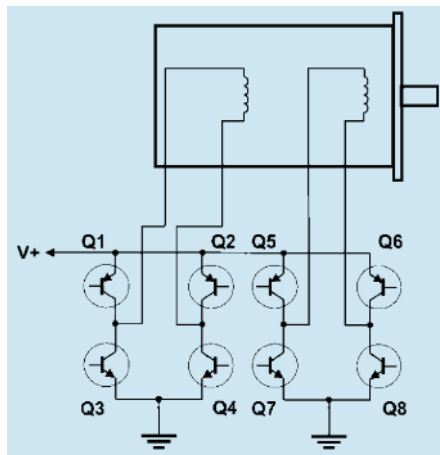
Az állandómágnesű motor váltakozva északi és déli pólusokra felmágnesezett forgórészrel rendelkezik, állórésze tekercselt (3. ábra). A mágneses forgórészpólusok intenzív mágneses teret hoznak létre, ezáltal a forgatónyomaték lényegesen nagyobb, mint a lágúvasas forgórészű motoroknál.

Az állandómágnesű motorok egyszerű felépítésükkel fogva olcsók, viszonylag nagy lépésszöggel (kis felbontással) rendelkeznek (7,5...30°/lépés, azaz 48...12 lépés/fordulat). Nem ipari alkalmazásokban (pl. számítógép perifériák) széleskörűen használják.

### A hibrid léptetőmotor

A hibrid léptetőmotorokat az iparban a legszélesebb körben alkalmazzák. A „hibrid” elnevezés arra utal, hogy a VR- és PM-motorokból alkalmazott technikák összeházasításából alakult ki, azok jó tulajdonságait ötvözik a lépésfelbontás, nyomaték és sebesség szempontjából.

A hibrid léptetőmotor tekercselt állórészből és speciálisan kialakított forgórészből áll. A forgórész tengelyén két foga-



6. ábra Bipoláris léptetőmotor vezérlése

zott lágúvas tárcsát rögzítenek úgy, hogy a fogak egymáshoz képest fél fogosztásnyival el vannak tolva (4. ábra). A két tárcsa közé helyezik a tengelyirányban felmágnesezett, gyűrű alakú állandó mágnes. Ennek következtében az egyik tárcsa az északi, a másik pedig a déli pólust képezi. Ez az elrendezés kiadja a megfelelő mágneses fogszámot a kis lépésszög és az egyenletes forgás eléréséhez. A nyomaték növelése érdekében a tengelyen két vagy három ily módon kialakított lemezcsoomag is elhelyezhető, ami természetesen a motor hossz méretének növekedésével jár.

A hibrid léptetőmotorok állórész-tekercselése többféle módon készíthető el, ennek megfelelően megkülönböztethetünk unipoláris és bipoláris tekercselésű motorokat. A hibrid motorok vezérlési módjait is ennek megfelelően nevezzük el.

A fentiekén kívül léteznek speciális típusok is, mint pl. a tárcsamotor vagy a lineáris léptetőmotor, de ezek ipari jelentősége kisebb, vagy kevésbé elterjedtek, ezért itt nem foglalkozunk velük bővebben.

### Unipoláris léptetőmotor

Az unipoláris tekercselésnél az állórész minden pólusán két tekercs helyezkedik el. A két tekercs egyik végét közösítik úgy, hogy a tekercsek szabad végét felváltva gerjesztve a mágneses pólus min-

dig az ellenkezőjére változzon. Az unipoláris tekercselést gyakran bifiláris tekercselésként is említik. Ez a tekercselés nagyon egyszerű vezérlést tesz lehetővé. A vezérlés egyszerűsített kapcsolási ábráján (5. ábra) látható, hogy a kapcsolóként szolgáló tranzisztorok megfelelő sorrendű vezérlésével oldható meg a tekercsek váltakozó irányú gerjesztése (1. táblázat).

### Bipoláris léptetőmotor

A bipoláris motor állórészén fázisonként egy-egy tekercs helyezkedik el. A tekercsekben folyó áram polaritását változtatva változik a mágneses fluxus iránya. A megfelelő sorrendű tekercsvezérléssel a motor forgórészét forgásra lehet kényszeríteni.

A 6. ábrán látható egyszerűsített vezérlési ábra mutatja, hogy a bipoláris motor vezérlése kétszer annyi kapcsolóelemet tartalmaz, és vezérlési hiba következtében előfordulhat, hogy a tápfeszültséget rövidre zárják a kapcsolóelemek. A fentiek ellenében viszont egy helyesen vezérelt bipoláris motor nyújtja a legjobb teljesítményt (2. táblázat).

| Lépés | Q1-Q4 | Q2-Q3 | Q5-Q8 | Q6-Q7 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1     | BE    | KI    | BE    | KI    |
| 2     | BE    | KI    | KI    | BE    |
| 3     | KI    | BE    | KI    | BE    |
| 4     | KI    | BE    | BE    | KI    |
| 1     | BE    | KI    | BE    | KI    |

2. táblázat Bipoláris léptetőmotor órajárással megegyező irányú (CW) léptetése egész lépéses üzemmódban

### Az uni- és bipoláris motorok összehasonlítása

Az unipoláris vezérléshez nemcsak feleannyi kapcsolóeszköz szükséges, mint a bipoláris motorokéhoz, hanem a vezérlés időzítésének pontossága sem kritikus, mivel hibás vezérlésből rövidzár nem keletkezhet.

Az állórész tekercstesten a bipoláris motoréval megegyező menetszámot csak csökkentett keresztmetszetű, nagyobb ellenállású huzallal lehet megvalósítani, ennek eredményeként az unipoláris motor nyomatéka álló állapotban és alacsony sebesség esetén kb. 30%-kal kisebb, mint a bipoláris motoré. Ez a különbség nagyobb sebességnél jelentősen csökken, viszont ilyenkor a nyomaték csökken erősen mindkét motornál.

Cikksorozatunk következő folytatásában a léptetőmotorokkal kapcsolatosan gyakran előforduló alapfogalmakat és kifejezéseket értelmezzük majd.

### Q-TECH Mérnöki Szolgáltató Kft.

Tel.: (1) 405-3338, fax: (1) 415-9134  
E-mail: info@q-tech.hu  
www.q-tech.hu

1. táblázat – Unipoláris léptetőmotor órajárással megegyező irányú (CW) léptetése egész lépéses üzemmódban

| Lépés | Q1 tranzisztor | Q2 tranzisztor | Q3 tranzisztor | Q4 tranzisztor |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1     | BE             | KI             | BE             | KI             |
| 2     | BE             | KI             | KI             | BE             |
| 3     | KI             | BE             | KI             | BE             |
| 4     | KI             | BE             | BE             | KI             |
| 1     | BE             | KI             | BE             | KI             |