

Forgójeladók

A forgójeladó (enkóder, kódadó, impulzusadó, forgóadó, pozíció jeladó, szöghelyzet adó, szöghelyzet érzékelő, szöghódoló) alkalmas a forgástengely helyzetének, fordulatszámának és forgásirányának érzékelésére. Alapvetően két fajtáját különböztetjük meg:

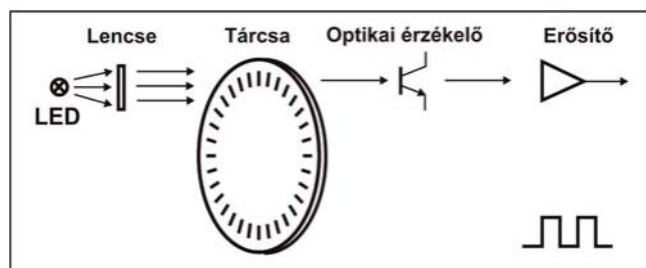
1. Inkrementális (növekményes) forgójeladók
2. Abszolút forgójeladók

Inkrementális forgójeladók

Az inkrementális forgójeladók alapvetően mechanikai, optikai, vagy mágneses érzékelés elvén működnek. Az eszköz kialakulásakor elsősorban mechanikai, majd később optikai elven működő eszközöket gyártottak. Napjainkban a technológiai fejlődés következtében egyre nagyobb számban jelennek meg a mágneses elven működő forgójeladók.

Optikai inkrementális forgójeladók

A fényforrás (pl. LED) által folyamatosan kibocsátott fény áthalad egy üvegtárcsa sugár irányban elhelyezett vonalai közötti átlátszó résen és a tárcsa ellentétes oldalán egy fényérzékeny eszköz (pl. fototranzisztor) érzékeli a tárcsán átjutó fényt. A tárcsa forgása megszagatja a fénysugarat, melynek intenzitását a fényérzékeny eszköz érzékeli. A fényérzékeny eszköz kimenetén keletkező jelet a jelformáló és erősítő fokozat szabályos négyzetjelle alakítja. A tárcsa egy tengelyhez van rögzítve, melynek az elfordulását tudjuk érzékelni.



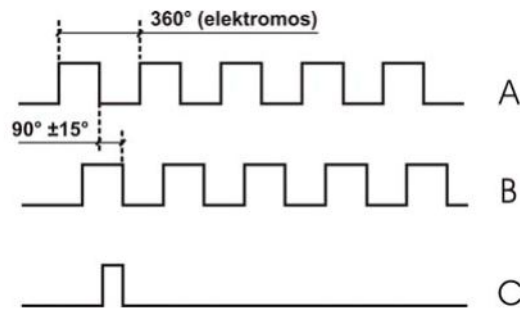
A tárcsa elfordulásakor keletkező négyzetjelle alakú jelsorozat frekvenciája a tárcsa forgási sebességétől és a tárcsán elhelyezett osztások számától függ.



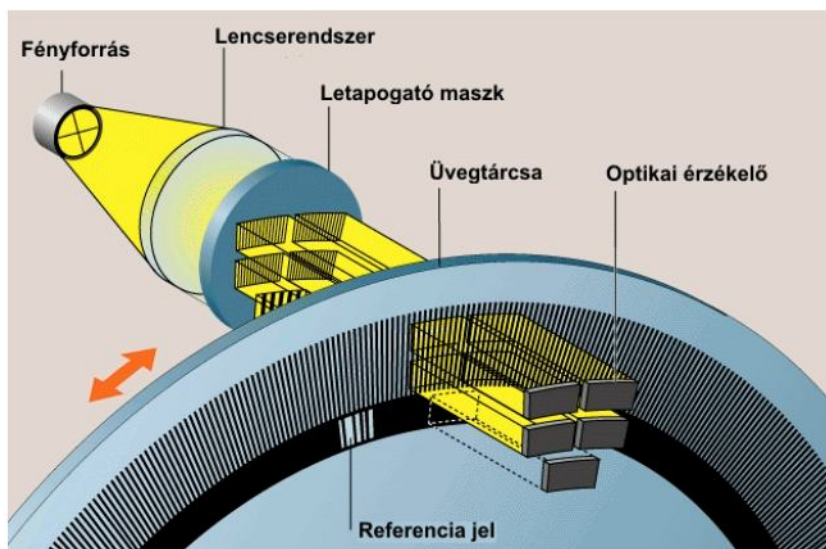
Néhány évtizede a forgójeladókban vékony fémtárcsákat használtak, melyeken furatokat helyeztek el a kerület mentén és ezeket a furatokat érzékelték először mechanikusan, majd később optikai úton. Az ilyen módon megvalósított eszközökben az egy körülforduláshoz tartozó osztások száma nem lehetett nagy és az osztások számát csak a tárcsa átmérőjének

növelésével lehetett növelni. Az igény a nagyobb osztátszámra és a méretek csökkentésére hozta létre a fototechnikai, vagy kémiai eljárásokkal kezelt (maratott) üvegtárcsát. Manapság a tipikus üvegtárcsás forgójeladó tárcsáján 100...10.000 osztás található, ami megfelel $3,6^\circ \dots 0,036^\circ$ -os osztásnak.

Egy inkrementális forgójeladó, amely csak egyetlen impulzus csatornával rendelkezik, elég korlátozottan használható, mivel csak a jeladó tengelyének forgási sebességét tudja érzékelni. A legtöbb inkrementális forgójeladó több csatornával rendelkezik, mivel sok esetben a forgás sebességén kívül a forgás irányát is szükséges meghatározni. Általánosan elterjedt A, B, és C csatornával rendelkező inkrementális forgójeladó kimeneti jele. Az A és B csatornák jelei egymáshoz képest 90° -os fáziseltolással rendelkeznek, aminek következtében meghatározható, hogy milyen irányban forog a tárcsa. A C csatorna jele teljes körülfordulásonként csak egyszer jelentkezik, ezáltal pl. számolni lehet a teljes körülfordulások számát.



Mivel az inkrementális forgójeladók kimenetén csak impulzus sorozat jelenik meg, szükség van egy referencia (Home) pozíció rögzítésére, mely mintegy kalibrálja a jeladót és a továbbiakban minden elmozduláshoz referenciaként szolgál. A referencia pozíciót általában egy kapcsoló jel, valamint a C csatorna jelének (referencia jel) együttes jelenléte adja. A kapcsoló jelet mechanikus, vagy érintés nélküli kapcsoló szolgáltatja.



Mágneses inkrementális jeladók

Mivel az optikai eszközök bizonyos környezeti feltételek mellett (por, ütés, rázkódás, magas páratartalom, kondenzvíz lecsapódás, magas hőmérséklet, stb.) korlátozottan, vagy egyáltalán nem alkalmazhatók, olyan eszközöket kellett kifejleszteni, melyek hasonló kimenő paraméterekkel rendelkeznek, de környezettel szembeni tűrőképességük lényegesen magasabb. Ezt a célt szolgálják az egyre jobban elterjedő, árban és műszaki paramétereiben is versenyképes mágneses elven működő forgójeladók. A mágneses elven működő inkrementális forgójeladókban is egy, a tengelyhez rögzített tárcsa elfordulását érzékelik.

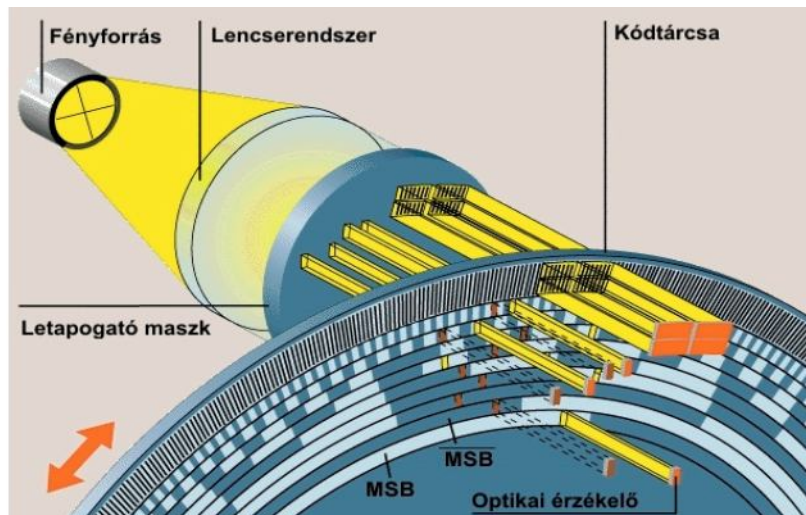
Abszolút forgójeladók

Az inkrementális forgójeladók legnagyobb hátránya, hogy az elmozdulás nagyságát, vagy pozíció meghatározását szolgáló kimenő impulzusokat egy külső számlálóval kell számolni és tárolni. Ha a tápfeszültség megszűnik, a számlálás eredménye elvész. Ez azt jelenti például, hogy egy inkrementális jeladóval felszerelt gépnél a műszak végi kikapcsolás után, vagy javításkori, karbantartáskori kikapcsolás után a tápfeszültség visszakapcsolásakor nem lehet tudni a gép pontos pozícióját. A mozgó géprészen el kell helyezni egy úgynevezett referenciapont (Home) kapcsolót és minden tápfeszültség bekapcsolás után erre a kitüntetett pozícióra (referenciapontra) kell mozgatni a gépet. A kitüntetett pozícióban nullázni kell a számlálót (vagy egy ismert értékkel feltölteni) és a rendszer csak ettől kezdve képes az itt felvett pozícióhoz viszonyítani a mozgást. Többtengelyes gépnél ezt a műveletet minden tengelyen meg kell ismételni.

Az abszolút forgójeladókat a fenti probléma kiküszöbölésére hozták létre. Az abszolút jeladókat úgy tervezték, hogy minden pillanatban kiolvasható legyen az aktuális pozíció. Működési elvük sokféle lehet: mechanikus, optikai, mágneses, indukciós (rezolver), potenciométeres.

Optikai abszolút forgójeladók

Az ipari alkalmazásokban a legelterjedtebb az optikai elven működő abszolút forgójeladó. A működés alapelve megegyezik az inkrementális eszköznél használt sötét és világos szegmensek optikai érzékelésével, csak az érzékelők száma és elrendezése más.



A forgó üvegtárcsa koncentrikus gyűrűkre van felosztva. Az egyes koncentrikus gyűrűk felváltva tartalmaznak világos és sötét szegmenseket változó hosszal. A tárcsa szélét és a középpontját összekötő vonal mentén az egyes gyűrűk világos vagy sötét állapota adja a tárcsa pozíció kódját.

A kódtárcsákon lévő kód kialakításánál általában bináris, vagy Gray kódot használnak.

Bináris kódolás

A tárcsán a legbelső kódgyűrű adja a kód legnagyobb helyértékű bitjét, ez a gyűrű egy sötét és egy világos részre van felosztva. A tárcsa közepétől kifelé haladva a következő gyűrű két sötét és két világos szegmenset tartalmaz, míg a következő gyűrűben négy világos és négy sötét szegmens van és így nő kifelé haladva kettő hatványai szerint egészen a tárcsa széléig, ahol a legkisebb helyértékű bit található. Ha pl. a tárcsa 12 gyűrűt tartalmaz, akkor a külső gyűrű 2048 szegmensre van felosztva.

Az így kódolt tárcsánál viszont a tárcsa egyik pozícióból a következő, vagy előző pozícióba mozgáskor több bit változik és egy-egy bit hibás olvasása nagy hibát okozhat. Ennek következtében a kiküldött pozíció értékben is nagy hiba lehet.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. bit (LSB)		■		■		■		■		■		■		■		■
2. bit			■	■			■	■			■	■			■	■
3. bit					■	■	■	■					■	■	■	■
4. bit (MSB)									■	■	■	■	■	■	■	■

A kiolvasás biztonságosabbá tételének érdekében a kódtárcsára a kódsávokon kívül újabb koncentrikus sávot szoktak elhelyezni, amellyel a kódot paritás bittel egészítik ki.

Az abszolút forgójeladóban minden kódsávhoz tartozik egy - egy optikai érzékelő. Az érzékelők jelének feldolgozása és átalakítása után a pozíció kód a kimeneti illesztő áramkörön keresztül jut a kimenetre.

A bináris kódolású tárcsákat csak kis felbontású, egyszerű felépítésű, olcsó forgójeladóknak használják, ahol a forgás sebessége is kicsi (pl. kézi forgatású kezelőelemek).

Gray kódolás

A Gray kód egy egylépéses kód, ami azt jelenti, hogy az egyik pozícióból a következőbe, vagy megelőzőbe lépve **a kódban csak egy bit változik.**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. bit (LSB)		■	■			■	■			■	■			■	■	
2. bit			■	■	■	■					■	■	■	■		
3. bit					■	■	■	■	■	■	■	■				
4. bit (MSB)									■	■	■	■	■	■	■	■

Az így kódolt tárcsák kiolvasásánál esetlegesen fellépő hiba lényegesen kisebb, mint a bináris kódolásúnál, tehát megbízhatóbb pozíciómérést eredményez. Ezt a kódolási módszert használják a legtöbb optikai érzékelésű abszolút forgójeladóban.

A legáltalánosabban gyártott egyfordulatú abszolút forgójeladók fordulatonkénti felbontása 12 bit (4096), 13 bit (8192), 14 bit (16384). Alkalmazási területük - a kis mérésstartomány miatt – a nem teljesen körbe forgó tengelyek elfordulási szögének mérése (pl. robotkarok).

Az abszolút jeladó egy körülfordulása csak korlátozott mérési tartományt biztosít. A mérési tartomány kibővítését úgy lehet egyszerűen megoldani, hogy a jeladó tengely körülfordulásainak számát is abszolút módon kell mérni. A több fordulatu abszolút mérés megvalósításához például egy, vagy több további abszolút kódtárcsa szükséges, melyeket a jeladó tengelye áttételen keresztül hajt meg. A leolvasási és kiértékelési módszer megegyezik az egy fordulatu jeladónál már ismertetettel.

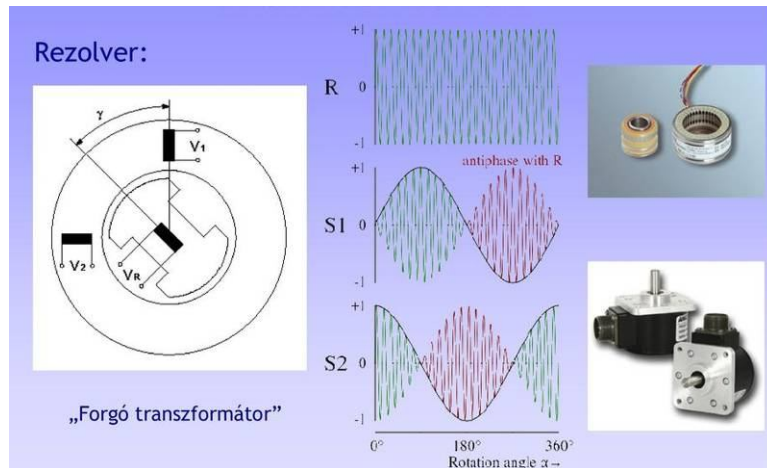
Mágneses abszolút forgójeladók

A mágneses elven működő abszolút forgójeladók működési elve és mechanikai kialakítása általában nem különbözik az inkrementális változatokétól. A belső felépítésükben az eltérés a leolvasó fejek számában, elrendezésében, valamint a csatoló áramkörökben található. A többfordulatú mágneses abszolút forgójeladóknál általában több fokozatú mechanikai (fogaskerék) áttételt használnak a fordulatok számlálására. A mágneses abszolút forgójeladók kimenő áramkörei - a kompatibilitási törekvések miatt - megegyeznek az optikai abszolút forgójeladóknak használtakkal.

Rezolver (indukciós abszolút forgójeladó)

Az abszolút forgójeladók egyik gyakran – főleg szervomotorokban - használt változata a rezolver. A rezolver egy szöghelyzet érzékelő, amely méri egy körülforduláson belül forgó

tengely pillanatnyi szöghelyzetét. A rezolver mechanikai felépítése tipikusan egy kisméretű motorra hasonlít, amely rendelkezik egy forgórésszel (melyet a mérendő tengelyhez kapcsolnak) és egy állórésszel, mely a kimenő jelet produkálja. A rezolver által szolgáltatott jel arányos a tengely elfordulás szögének szinuszával és koszinuszával. Mivel az elfordulás során minden szöghelyzethez a szinusz és koszinusz értékek egyedi kombinációja tartozik, a rezolver egy teljes körülforduláson belül (360°) abszolút szöghelyzet mérésre alkalmas. Az előzőekből következik, hogy a rezolver ciklikusan abszolút forgójeladó.



Potenciométeres forgójeladók

Kis teljesítményű szervomotorokban használják (pl.: Arduino).

Olcóak, villamos és mechanikus szempontból egyszerűek, abszolút útmérésre, vagy szögmérésre használhatók.

A potenciométert több lépcsős lassító fogaskerék-hajtás köti össze a DC villanymotorral.

A potenciométer, mint szenzor feszültségosztóként működik, az osztott feszültsége arányos a szögelfordulással (pl.: egyik véghelyzet 5V, másik véghelyzet 2,5V).

