

Elektromágneses erő

Készítette : Gyéresi Hunor András IX.H. osztály, 2010

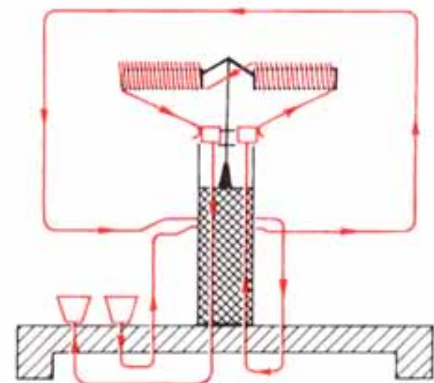
Irányító tanár : Máthé Márta

Egy mágneses térben levő elektromos vezetőre, melyen áram halad át, hat egy elektromágneses erő. Az irányát és irányítását balkéz-szabállyal határozzuk meg: bal kezünket nyitott tenyérrel úgy helyezzük el, hogy a mágneses indukció vektora átfördje a tenyerünket és az összezárt négy ujjunk a vezetőben folyó áram irányába mutasson. A kinyújtott hüvelykujjunk az elektromágneses erő irányát mutatja.

Ennek az erőnek több felhasználási módja van: pl. az ampermérő is ezen az elven alapszik, a belsejében levő tekercsre, amelyhez mutatót rögzítünk, hat ez az erő és kimozdítja nyugalmi helyzetéből . Egy spirálrugó az elektromágneses erővel ellentétes irányítású nyomatékot gyakorol ,a mutató addig tér ki, amíg a két nyomaték egyensúlyban lesz, a mutató pedig mutatja az áram erősségét.

Ez az erő teszi lehetővé az elektromotorok működését.

Jedlik Ányos találmánya, a villamdelejes forgony is ezt az erőt használja fel forgásához. A találmány lényegét Jedlik maga 1886. február 18- án kelt levelében a következőképpen jellemzi: „...mivel a villamdelej a multiplikátor delejes hatása alatt azon helyzetből, amelyben a hossza a multiplikátor huzalainak irányával egyenközi , ott megint nyugvó állapotba jönne, ahol a delej hossza a multiplikátor huzalainak irányával épszöget képez: tehát avégett, hogy azon helyeken meg ne állhasson, hanem forgó mozgásba jöjjön s azt megszakadás nélkül folytassa, a multiplikátor szerkezete úgy módosítandó, hogy a villamdelejen létező huzaltekercsben a villamfolyam ellenkező irányúvá változzék ott, ahol a villamdelej hossza a multiplikátor huzalainak irányával épszöget képez.” Hogy ezt a megállást megszüntesse, a vasmagos belső szolenoid kivezetéseit osztott, gyűrű alakú, higannyal töltött vályúba lógatta, a higanyszegmenseket pedig állandó módon csatlakoztatta a külső áramforráshoz. Ezután már megállás nélkül forgott a mai elektromotorok őse.

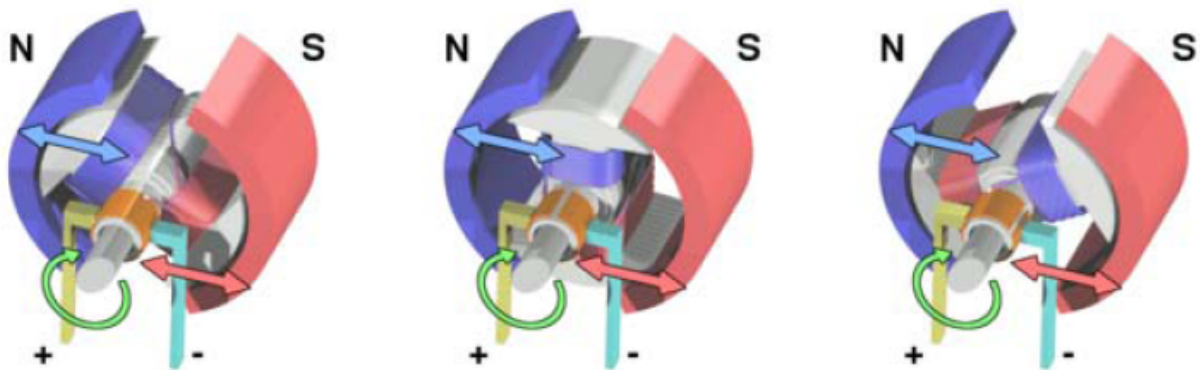


Az ábrákon a villamdelejes forgony és az áramköre található.

Elektromotorok

Az állórészen egyenáramú gerjesztő tekercsek helyezkednek el, amelyek körbefogják a főpólusok törzseit. Nagyobb gépek esetén az állórészen található segédpólusokat is a kommutáció javítása céljából. Nagyon nagy gépeknél az armatúra visszahatás minél jobb ellensúlyozása érdekében a főpólusok sarujában hornyokban úgynevezett kompenzáló tekercselést is elhelyezik. A forgórészen egyenáramú tekercselés helyezkedik el, melyeket alkotó tekercsek végei a kommutátorra vannak kivezelve, amely a keféken keresztül csatlakozik a gép kapcsaihoz.

Egyszerű kétpólusú, kommutátoros egyenáramú motor működése



A ábra

B ábra

C ábra

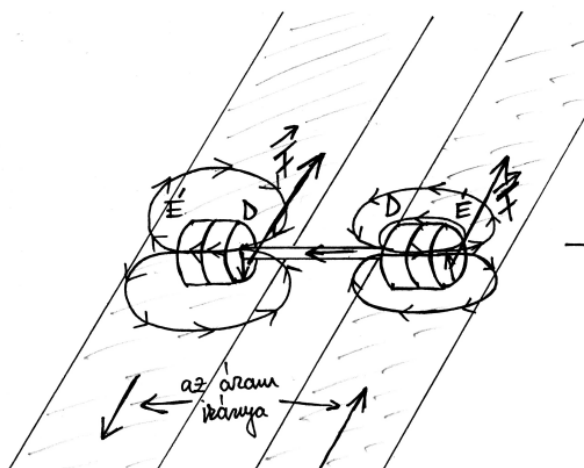
A ábra: Ha a tekercsen elektromos áram halad át, a tekercs körül mágneses mező létesül, mely igyekszik az állórész mező irányába állni.

B ábra: A tekercs a kommutátorral együtt forog.

C ábra: Minden félfordulatkor, amikor beállna a stabil helyzet, a kommutátor megfordítja az áram haladási irányát, így folytatódik a forgás.

A forgórész pólusait félfordulatonként felcseréljük (az ábrán látható gép esetén) de van hátránya is ennek a motornak mivel az általa szolgáltatott nyomaték a forgórész pozíciójának függvényében egyirányított szinuszhullámnak megfelelően változik, így van nulla helyzete is amikor a gép nem tud elindulni.

Egy otthon is előállítható motor a "lövedék- kilövő", amelyet én is elkészíttem. A lövedék egy egyenes fémrúd melynek két végére körmág-neseket helyezünk, úgy hogy azonos pólussal érintkezzenek a rúdhoz (ezt a rudat el lehet készíteni egy nagy hosszú szegből melynek levágjuk a fejét és a hegyét). A kilövőhöz szükségünk van egy hosszú deszkára (szélesebb mint a rúd és a mágnesek) melyre ragasztunk két sztaniolcsíkot, úgy hogy a kör mágnesek oldalai éréjk a csíkot de a két csík ne érintkezzen egymással. Áramforrásként lehet használni egy 9V os elemet vagy transzformátort. Én 6V feszültséggel működtettem, mert a rendszer ellenállása nagyon kicsi és leéghetett volna a transzformátor, melyet rákötöttem a két sztaniol csíkra. Ezekre helyezvén a lövedéket zárult az áramkör és elindult a lövedék egy irányba, melyet befolyásolt az áram iránya és a mágnesek érintkezési pólusai, megfordítva valamelyiket, megfordult a lövedék mozgásának iránya is. Én 4 darab körmágnest használtam melyeknek össztömege $4 * 7g = 28g = 0,028 \text{ kg}$, míg a rúdnak egy lereszelt végű nagy szeget melynek tömege $6 \text{ g} = 0,006 \text{ kg}$. $m_{\text{össz}} = 0,034 \text{ kg}$



Az elektromágneses erő a mágnesre hat, amely a mágnes alsó részét hátrafele húzza, így elindul előre. Az ábrán felfele hat ez az erő és lefele indul el a lövedék. A lövedék elindulásakor a mozgási energiája 0, míg a végső állapotban mielőtt lefutna a pályájáról a mozgási energiája egyenlő a forgási energiájával és a haladási energiájával.

$$E_{\text{mozgási}} = E_{\text{forgási}} + E_{\text{haladási}}$$

$$E_{\text{mozgási}} = \frac{1}{2} J \omega^2 + \frac{1}{2} m v^2, \quad \text{ahol : } J - \text{tehetetlenségi nyomaték, } \omega - \text{szögsebesség, } m - \text{tömeg, } v -$$

haladási sebesség. A tehetetlenségi nyomatéka: $J = \frac{1}{2} m r^2$ de ezt ki kell számolni külön a négy mágnesre és a rúdra

$$J_{\text{mágnesek}} = \frac{1}{2} * 0,028 \text{ kg} * (0,005 \text{ m})^2 = 350 * 10^{-9} \text{ kg} * \text{m}^2, \quad J_{\text{rúd}} = \frac{1}{2} * 0,006 \text{ kg} * (0,002 \text{ m})^2 = 12 * 10^{-9} \text{ kg} * \text{m}^2$$

$$J_{\text{össz}} = 362 * 10^{-9} \text{ kg} * \text{m}^2,$$

$$\omega = \frac{v_{\text{végső}}}{R},$$

$$2d = \frac{v_v^2 - v_0^2}{a} = \frac{v_v^2}{a} \quad \left. \begin{array}{l} v_0 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ v_v = v_0 + a * t = a * t \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} v_v^2 = 2ad \\ a = \frac{v_v}{t} \end{array} \right\} v_v = \frac{2d}{t} \quad v_v = \frac{2 * 1\text{m}}{2\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\omega = \frac{1 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,005\text{m}} = \frac{200}{\text{s}},$$

$$E_{\text{mozgási}} = \frac{1}{2} J \omega^2 + \frac{1}{2} m v^2,$$

$$J = \frac{1}{2} m r^2$$

$$E_{\text{mozgási}} = \frac{1}{2} * 362 * 10^{-9} * 4 * 10^4 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2} + \frac{1}{2} * 0,034 * 1 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$$

$$E_{\text{mozgási}} = 7,24 * 10^{-3} + 17 * 10^{-3} = 24,24 * 10^{-3} \text{J} = 24,24 \text{mJ} \quad T = 2\text{s}.$$

$$A \text{ kilövő teljesítménye } P_{\text{kilövő}} = \frac{E_{\text{mozgási}}}{T} = 12,12 \text{mW}$$

Az áramforrásom teljesítménye $P = U * I$, $P = 6\text{V} * 7\text{A} = 42\text{W}$.

A kilövő hatásfoka a teljesítménye és az áramforrás teljesítményének hányadosa azaz :

$$\eta = \frac{P_{\text{kilövő}}}{P_{\text{áramforrás}}} \Rightarrow \eta = \frac{12,12 \text{mW}}{42\text{W}} = 0,288 * 10^{-3}$$

Tehát a lövedék kilövőm hatásfoka $\eta = 0,288 * 10^{-3}$.

A sok energia hővé alakul a sztaniolban, ami nagy felületen érintkezik a levegővel, így nem melegszik különösebben fel.

Mostanában vannak újszerű elképzelések az elektromágneses erő felhasználására, a rakéták kilövését ezzel az erővel akarják megvalósítani, lecsökkentve az üzemanyagfogyasztást és a rakéták nagy méretét . A **NASA** kutatói azt vizsgálják vajon használható lenne-e az elektromágnesesség a rakéták űrbe juttatásához, ami nemcsak nagy technikai vívmány lenne, de drámaian csökkennének a kilövés költségeit is. Egy űrhajó több százezer liter üzemanyagot éget el mire eléri a pályáját, a Marshall Űrrepülő Központ rakéta mérnökei éppen ezért kezdték vizsgálni, hogy az elektromágneses erő el tudná-e látni ezt a feladatot. Sokkal tisztább és biztonságosabb módja lenne az űrjárművek kilövésének, a költségvetésben jelentkező megtakarításról nem is szólva. A **NASA** reményei szerint tizedére csökkennének a kilövések költségei. "Remélhetőleg le tudjuk csökkenteni a jármű által szállított üzemanyag súlyát, ezáltal csökkentve magának a járműnek a méretét is" - mondta a **NASA** tudósa, Kenneth House. "Így kevesebb üzemanyaggal több hasznos terhet juttathatnánk az űrbe." A mágneses lebegés - ahogy ők nevezik "maglev" - ellentétes mágneses polarítások felhasználásával emeli az űrhajót szállító fém szánt az indítósínről a magasba.

