

Kistelyesítményű állandómágneses hibrid léptetőmotorok számítógépes vezérlése

PC-based Control of the Low Power PM-hybrid Stepping Motors

Dr. SZÁSZ Csaba

Kolozsvári Műszaki Egyetem, Villamosmérnöki Kar

Abstract

The paper deals with a personal computer-based development system for the low power PM-hybrid stepping motors open-loop control. The main parts of the system are the IBM-PC computer, the current source asynchronous PWM inverter, and the two-phase PM-hybrid stepping motor. The control signals for the stepping motor drive through the standard parallel port are generated and applied to the PWM inverter inputs. All the basic modules of the development system are carefully presented in the paper, and laboratory measurement results are indicated too.

Összefoglaló

A dolgozat a kistelyesítményű állandómágneses hibrid léptetőmotorok nyílt-hurokban történő vezérlésére megépített számítógépes fejlesztői rendszert mutat be. A rendszer egy IBM-PC típusú számítógépből, az impulzus-szélesség moduláció (ISzM) elvén működő aszinkron áramgenerátoros inverterből, valamint a kétfázisú állandómágneses hibrid léptetőmotorból áll. A számítógép a standard párhuzamos kapun keresztül generálja a megfelelő impulzusokat az inverter bemeneteire, a motor nyílt-hurokban történő vezérlésére. A dolgozatban bemutatom a vezérlőrendszer minden részegységét, valamint a laboratóriumi mérési eredmények is.

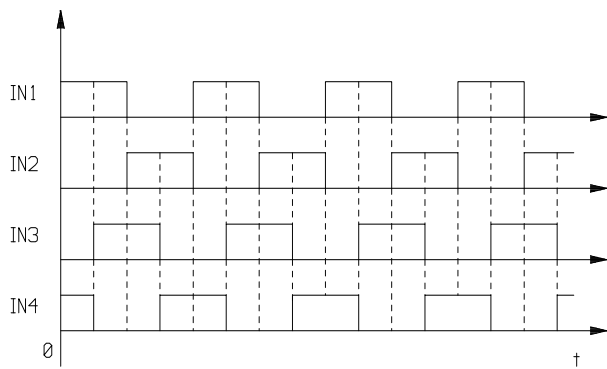
1. Bevezetés

Nagypontosságú villamos meghajtások esetében a kétfázisú állandómágneses hibrid léptetőmotor egy igen gyakran használt vezérlőeszköz. Leggyakrabban a számvezérléses gépeknél, a robotikában, valamint az inkrementális mozgást igényelő alkalmazásoknál használják. Ezek a meghajtások igen olcsók, mert a vezérlés nyílt-hurokban történik, szenzorok vagy bármilyen visszacsatolás nélkül. Kis forgási sebességek esetében, vagy ha a terhelőnyomaték kevésbé változik a motor tengelyén, számos alkalmazásban kielégítő pontosságot biztosítanak. Egy megfelelő fejlesztői környezet segítségével ezeket a meghajtásokat tovább lehet fejleszteni, és kidolgozhatóak olyan vezérlési algoritmusok, amelyek nagymértékben javíthatják a motor dinamikai jellemzőit.

2. Az állandómágneses hibrid léptetőmotor vezérlési stratégiája

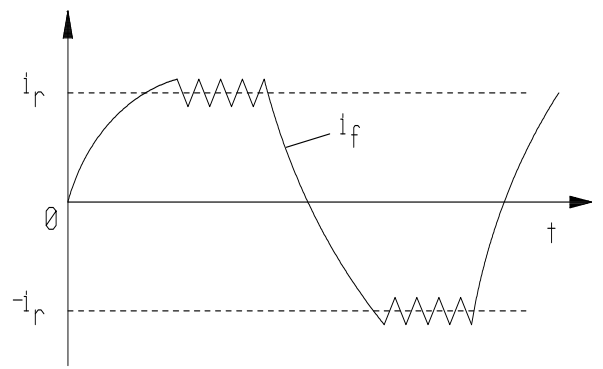
A kísérletezésre használt motor egy kétfázisú bipoláris hibrid léptetőmotor, melynek forgórészében állandómágnes található. A motor meghajtása nyílt-hurokban történik, kihasználva azt a jellemzőjét, hogy minden elektromos impulzus hatására a forgórész egy mechanikai lépésnek megfelelően fordul. A tanulmányozott motor esetében ez a mechanikai lépés 1.8° -os elfordulást jelent (200 lépés/fordulat) [1].

A léptetőmotor meghajtására a számítógép standard párhuzamos kapuja segítségével az 1-es ábrán látható impulzusokat generálja. Az IN1 és IN2 jeleket az első, az IN3 és IN4 jeleket pedig a motor második tekercsének a táplálására használjuk. Ahogyan az ábrán is látható, az IN1 és IN3 jelek egymáshoz képest $\pi/2$ szögben vannak eltolva.



1. ábra

A számítógép által generált vezérlőjelek



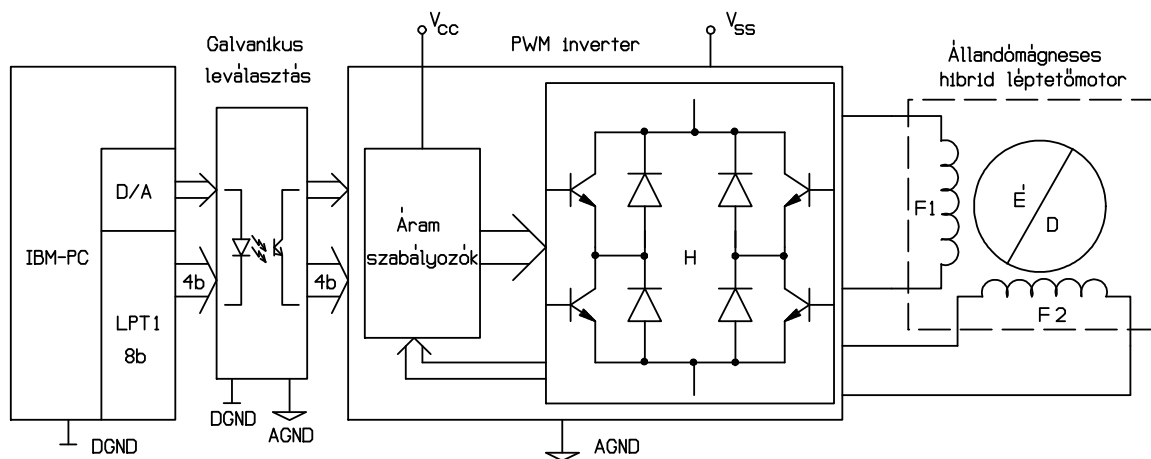
2. ábra

Az impulzus-szélességben modulált áram formája a motor tekercsében

A motor állórészében levő tekercsek táplálása az impulzus-szélesség moduláció elve alapján történik (ISzM), úgy, ahogyan a 2-es ábra is szemlélteti. Az ábrán i_r az előírt referenciaáramot jelenti, amelyet a moduláció segítségével követ a tekercsben folyó áram.

3. Az állandómágneses hibrid léptetőmotor vezérlőrendszere

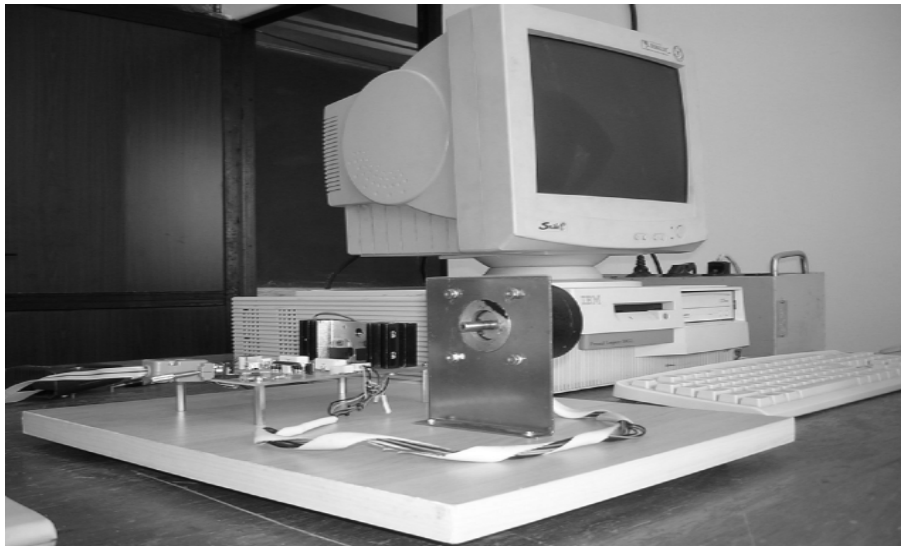
A kétfázisú állandómágneses hibrid léptetőmotor nyílt-hurokban történő meghajtására használt számítógépes vezérlőrendszer elvi rajza a 3-as ábrán látható. Az IBM típusú számítógép a standard LPT1 párhuzamos kapuján keresztül 4 biten generálja az 1-es ábrán látható jeleket. Ha a számítógépbe egy digitális/analog átalakítót illesztünk, akkor ennek segítségével az i_r referenciaáramot is generálhatjuk, ha nem, akkor az ISzM inverter áramszabályozó egységében fogjuk beállítani [2].



3. ábra

A léptetőmotor számítógépes vezérlőrendszerének elvi rajza.

A számítógép által generált jelek galvanikus leválasztás segítségével vannak a teljesítmény inverter bemeneteire kapcsolva. Az ISzM teljesítmény inverter két fontos egységből áll. Az egyik az áramszabályozó rész, amelyik a modulációhoz szükséges logikát generálja, a másik pedig a H típusú tranzisztoros teljesítmény hidak, amelyek a motor tekercseit táplálják. Ahogyan az ábrán is látható, a léptetőmotor vezérlése nyílt-hurokban történik, visszacsatolások nélkül. A kifejlesztett számítógépes vezérlőrendszer laboratóriumi protótípusa a 4-es ábrán látható.

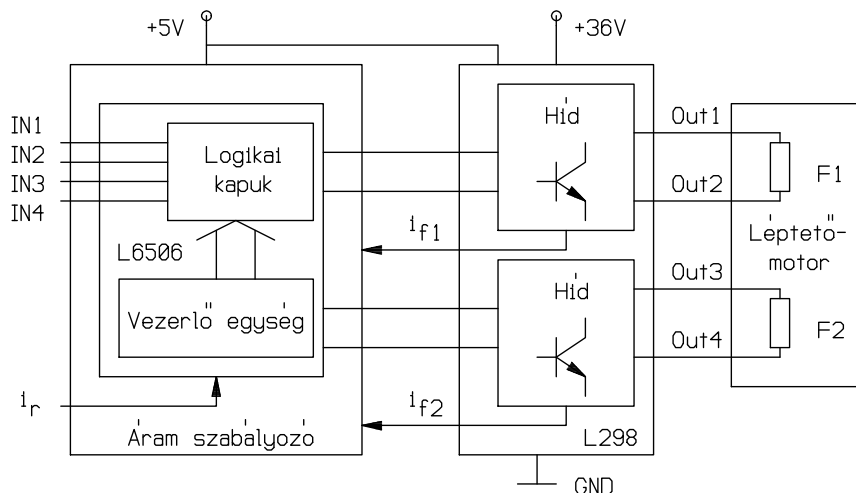


4. ábra
A léptetőmotor vezérlőrendszerének laboratóriumi prototípusa

A képen látható az IBM típusú számítógép, a tartóvasra rögzített kétfázisú állandómágneses hibrid léptetőmotor, valamint a motor meghajtására használt ISzM áramgenerátoros aszinkron inverter.

4. Az ISzM áraminverter felépítése

Az állandómágneses hibrid léptetőmotor vezérlésére megépített ISzM áramgenerátoros inverter elvi rajza a 4-es ábrán látható. Az inverter az SGS-Thomson L6506-os integrált áramkör segítségével megépített áramszabályozókból, valamint az L298-as telyesítmény-hidakból áll [3]. Az áramszabályozó egység IN1, IN2, IN3 és IN4 bemeneteire a számítógép segítségével az 1-es ábrán feltüntetett jeleket generáljuk.

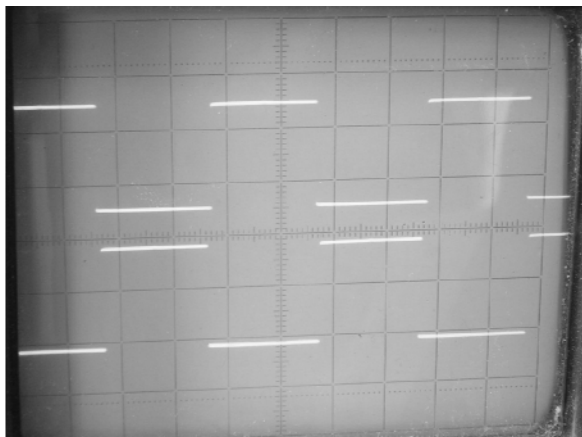


5. ábra
Az ISzM áramgenerátoros inverter elvi rajza

Ugyanakkor, az i_r bemeneten beállítjuk a motor tekercseiben előírt áram nagyságát. Ezt a referencia-áramot összehasonlítjuk a léptetőmotor fázisaiban lévő i_{f1} és i_{f2} áramokkal. Az összehasonlítás eredményének függvényében a logikai kapuk a megfelelő vezérlőjeleket fogják generálni a H típusú tranzisztros telyesítmény-hidak bemeneteire. Az L298-as integrált áramkör két hidat tartalmaz, mindegyikük a motor egy-egy tekercsét fogja táplálni.

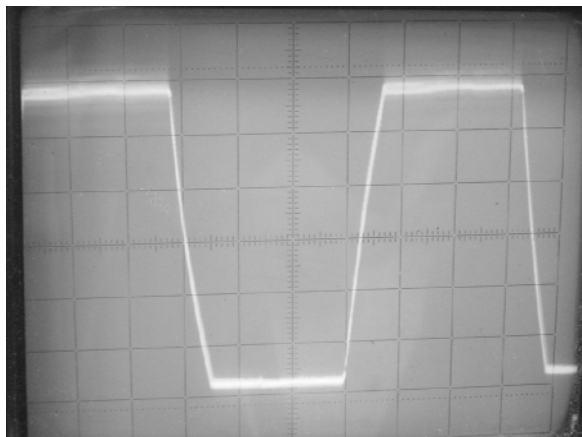
5. Mérési eredmények

A laboratóriumban elvégzett mérések a kétfázisú hibrid léptetőmotor számítógépes vezérlőrendszerének pontos, és a tervezésnek megfelelő működését bizonyítják.



6. ábra

A számítógép által a párhuzamos kapun keresztül generált IN1 és IN2 jelek.



7. ábra

A léptetőmotor tekercsében levő áram ($f=50\text{Hz}$)

A 6-os ábrán a számítógép által generált digitális jelek egy része látható (IN1, IN2), amelyek egy teljesítmény-híd vezérlésére alkalmasak. Ha ezeket a jeleket az L298-as áramkör bemeneteire kapcsoljuk, akkor a motor tekercsében a 7-es ábrán látható áram generálódik. Az ábrán jól látható az áram nagy frekvencián történő impulzus-szélesség modulációja, valamint az, hogy nincsenek elektromos zajok és amplitúdó aszimmetriák. Magas frekvenciákon a +36V-os tápfeszültség már nem elegendő a megfelelő fázisáram generálására, így az áramnak háromszögű formája lesz.

6. Következtetések

A dolgozat az állandómágneses hibrid léptetőmotor számítógépes vezérlésére megtervezett rendszert mutatja be. A fejlesztői környezet segítségével ezeket a meghajtásokat tovább lehet tanulmányozni, és kidolgozhatóak olyan vezérlési algoritmusok, amelyek nagymértékben javíthatják a motor dinamikai jellemzőit. Ipari alkalmazások esetében a vezérlést biztosító IBM típusú számítógépet egy sokkal olcsóbb, digitális áramkörökkel megépített jelgenerátorral ajánlatos helyettesíteni.

Szakirodalom

- [1] Szász Cs. - Low-power current-source PWM inverter for stepping motors drive. ENELKO-2004, Conference of Energetics and Electrical Engineering, 8-10 October Cluj-2004, pp. 179-185.
- [2] Radu B., Szász Cs., - Position control of field-oriented stepper motor using fuzzy strategy, Acta Electrotehnica, Academy of Technical Sciences of Romania, Mediamira Science Publisher, Cluj, vol. 46 nr. 3/2005, pp. 149-152.
- [3] *** - SGS-Thomson Microelectronics, Data on Disc, 3rd edition, 1996.