

ELECTRIC DRIVE WITH PIEZOMOTOR

Ondřej ŠÍBL, Master Degree Programme (5)
Dept. of Power Electrical and Electronic Engineering, FEEC, BUT
E-mail: xsiblo00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Dr. Josef Koláčný

ABSTRACT

A lot of companies are developing new kinds of electric engines in this time. These engines principle is based on piezoeffect, rather on deformation call of silicon coat dab on stator. In this work I attest piezomotors characters (linear and rotation) Piezo-LEGS type. These engines are quite cheap and almost unwearable. Due to their unique movement and way of handling they will be much more utilize in the near future.

1 ÚVOD

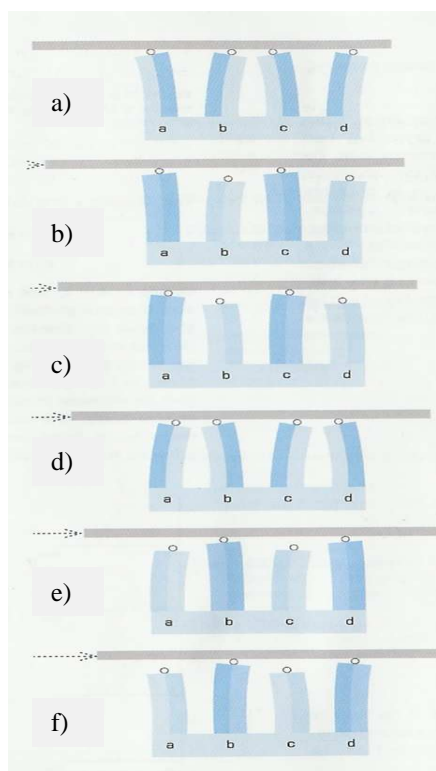
V současné době mnoho firem a výzkumných ústavů pracuje na vývoji nových motorů využívající piezoelektrický jev. Podstatou funkce piezoelektrických motorů je vyvolání deformace povrchové křemíkové vrstvy statoru, která v rozmanitém konstrukčním uspořádání převádí zvlnění na rotační nebo lineární pohyb. V této práci je pozornost zaměřena na ověření vlastností lineárního a rotačního piezomotoru typu Piezo-LEGS (Piezomotor Upssala AB, Sweden).

2 LINEÁRNÍ PIEZOMOTOR

Piezoelektrický efekt umožňuje vytvoření přímočarého pohybu motoru s pohyblivými „nohama“, kdy každá „noha“ ze čtyřprvkového systému je tvořena tzv. „keramickým svalem“, který může být prodlužován, zkracován nebo ohýbán ve směru doprava nebo doleva podle způsobu pohybu motoru vpřed nebo vzad.

Vlastní funkce je zobrazena na následujícím obrázku (nedynamický model), kdy poloha hnací „nohy“ je známa v každém okamžiku.

Tmavě modrý odstín na straně hnací „nohy“ reprezentuje přiložení vyššího napětí. Uvažujme nyní motor jako dva páry hnacích „nohou“ jež pracují nezávisle. Představme si, že nohy a a c jsou hnací nohy prvního páru. Tyto nohy pracují synchronně. Obdobně nohám b a d náleží druhý pár a také pracují synchronně. Na obr. $1a$ jsou hnací nohy prvního páru v uchopovacím režimu. Pohyb je znázorněn na obr. $1a$ až $1f$. Na obr. $1d$ jsou hnací nohy prvního páru odblokované.



Obr. 1: Princip lineárního pohybu

1a) Pohyb začíná při dotyku obou párů hnacích nohou s hnanou tyčí. Nohy prvního páru (*a* a *c*) jsou ohnuty doleva a nohy druhého páru (*b* a *d*) jsou ohnuty doprava.

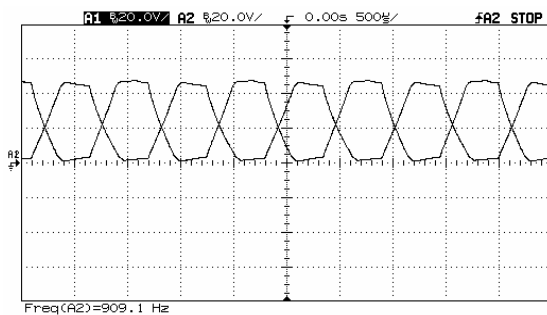
1b) Nohy prvního páru se pohybují nahoru doprava. A naopak nohy druhého páru se pohybují dolů doleva. To znamená, že hnací nohy druhého páru ztratí kontakt s hnanou tyčí a tím se bude tyč pohybovat stejným směrem jako první pár.

1c) Za určitou dobu hnací nohy změni svůj pohyb. Hnací nohy prvního páru se nyní budou pohybovat dolů doprava a druhý pár zase nahoru a doleva.

1d) až 1f) Nyní piezoprvek bude konat stejný pohybový cyklus ale s druhým párem hnacích nohou.

Při stále se opakujícím ději bude motor konat lineární pohyb. Kroky jsou obvykle dlouhé pouze několika tisícin milimetru. Ale při schopnosti motoru vykonat 10000 kroků za sekundu se může motor pohybovat rychlostí několika centimetrů za sekundu.

3 ROZBOR TVARU VLNY



Obr. 2: Řídicí signál

Každý pár hnacích nohou je řízen dvěma obdobnými signály mající velikost napětí přibližně 46 V. Na obr. 2 jsou signály pro 1. a 3. hnací nohu, tyto signály jsou posunuty o $\pi/2$. Signál pro 2. nohu je oproti signálu 1 s fázovým posunem $\pi/4$, zatímco vlny 3 a 4 jsou stejné jako vlny 1 a 2, ale s fázovým posunem $\pi/2$ (180°). Tato vlna vytváří pohyb hnacích nohou podél kosočtverce. Pro řízení motoru byla použita řídicí demojednotka, které má pevně stanovený řídicí kmitočet 909 Hz.

4 ROTAČNÍ PIEZOMOTOR

Aplikace principu „kráčení“ umožnila vývoj rotačního piezomotoru nabízející jedinečné vlastnosti:

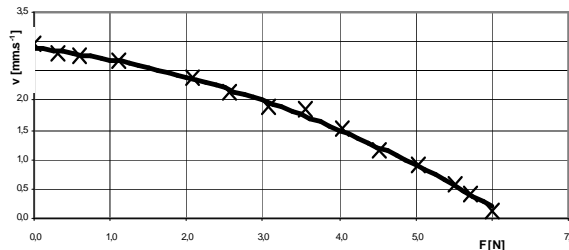
- nízká a proměnlivá rychlost (od 20 ot/min k jedné otáčce za týden) bez použití převodovky a maximální moment 0,08 Nm s vysokou rozlišovací schopností jedné desetimilionté části otáčky.
- dlouhá životnost s téměř nulovou údržbou, samosvorné vlastnosti (při



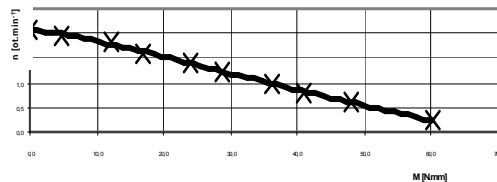
Obr. 3: Rot. motor

- zablokování nedojde k mechanickému poškození).
- c) vysoká adaptibilita k poháněným mechanismům.

5 ZATĚŽOVACÍ CHARAKTERISTIKY



Obr. 4: Experimentálně zjištěná závislost rychlosti na síle lineárního piezomotoru



Obr. 5: závislost otáček na zatěžovacím momentu rotačního piezomotoru

6 ZÁVĚR

Pomocí elektrotechniky již umíme mnohem lépe využít obrovský potenciál piezokeramických materiálů, které jsou velmi pevné, přesné, silné a rychlé. Lze jej přizpůsobit různým aplikacím vhodnou konstrukcí (např. různé rozměry hnacích nohou).

Oba typy motoru byly testovány v laboratorních podmínkách s výsledky, které jsou v relaci s údaji poskytovanými výrobcem. Dále bylo zjištěno, že rychlost obou typů se zvětšuje lineárně s narůstajícím proudem, při zvyšování zátěže dochází k prokluzům, čímž dochází ke zpomalování.

Tento lineární či rotační piezomotor není pouze hlavním krokem pro vývoj elektrických motorů v mikroprovedení. Je to také předpoklad pro miniaturizaci mechatronických výrobků řízených elektrickým motorem.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce vznikla za podpory výzkumných záměrů MSM 0021630516 a MSM 0021630518.

LITERATURA

- [1] Materiály dodané firmou PiezoMotor Uppsala AB.