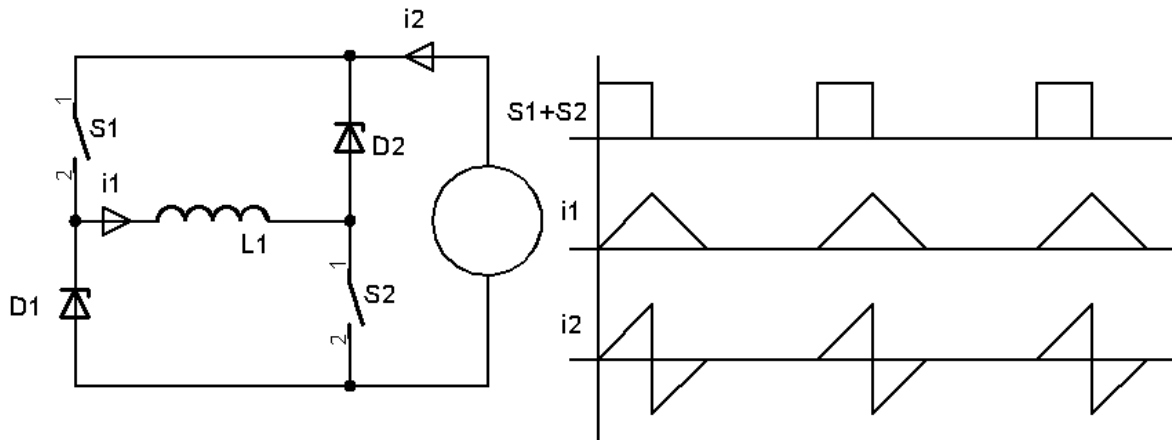


Rekuperace pomocí H-můstku

© Ing, Ladislav Kopecký, 2005



Obr. 1. Principiální schéma a průběhy proudů

Při spínání indukčnosti obecně je hlavním problémem energie, která se nahromadila v cívce vlivem průchodu proudem. Tato energie činí problémy při vypínání a může způsobit zničení spínacího prvku. Jedním z řešení je paralelně k cívce zapojit zpětnou diodu a s ní do série odpor. Je-li energie v cívce příliš velká, je tento způsob nevhodný a vhodnější je způsob, který je nakreslen na obr. 1. Spínače se spínají a rozpínají oba současně. Při vypnutí proudu do cívky proud v cívce nezanikne okamžitě, ale má snahu téci dále. V cívce se obrátí polarita a v tomto okamžiku se otevrou obě diody a proud teče zpátky do zdroje, jak je zřejmé z obrázku.

Účinnost rekuperace - vedle činných ztrát - závisí také na poměru doby t_1 , kdy jsou oba spínače sepnuty, k časové konstantě τ cívky. Měla by být splněna podmínka

$$t_1 \ll \tau \quad (1)$$

Připojíme-li cívku ke zdroji napětí, začne cívku procházet proud, který se zvyšuje podle exponenciální funkce

$$i(t) = U/R \cdot (1 - e^{-t/\tau}) \quad (2)$$

Směrnice tečny k této funkci je dána její derivací podle času.

$$di/dt = U/L \cdot e^{-t/\tau} \quad (3)$$

V čase $t = 0$ je

$$di(0)/dt = U/L \quad (4)$$

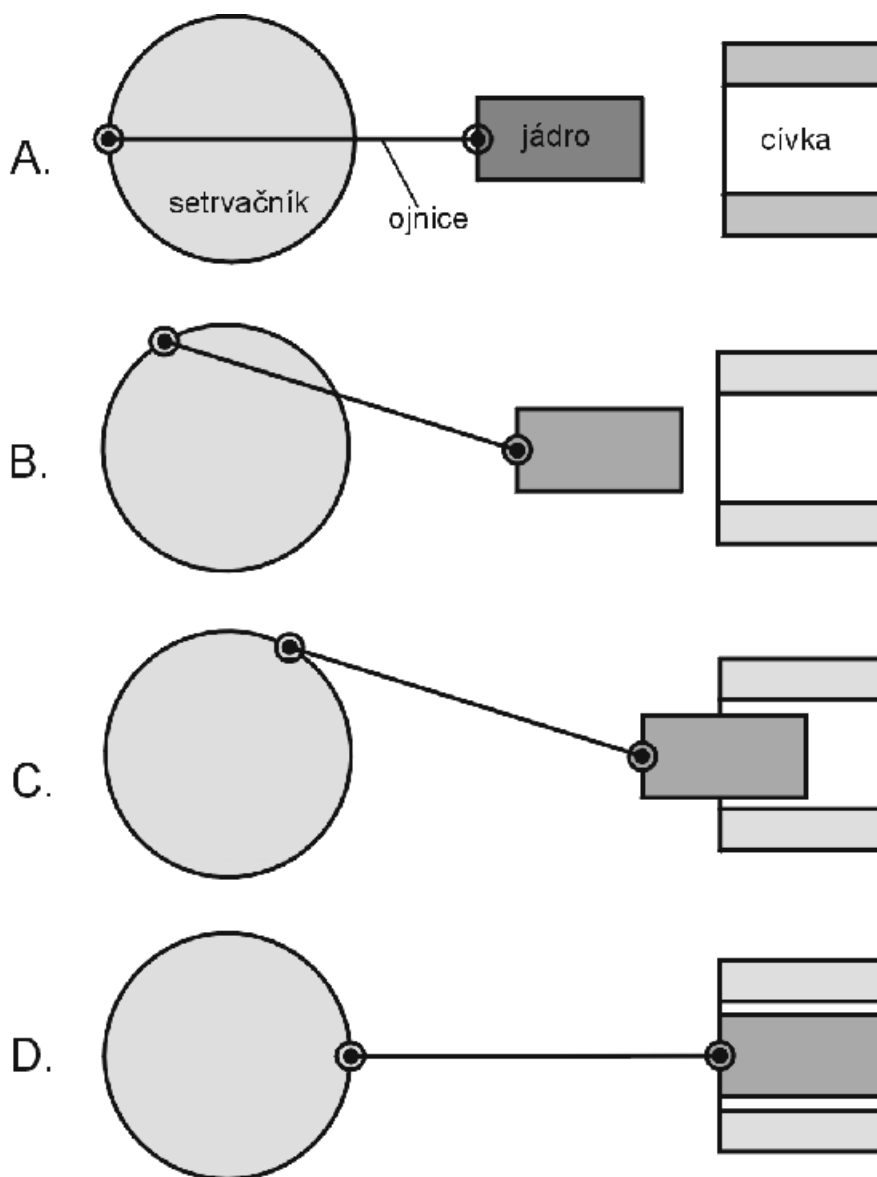
Směrnice tečny k funkci (2) je v počátku tedy dána podle (4). Je-li splněna podmínka (1), potom derivaci proudu podle času v (4) můžeme nahradit podílem diferencí

$$\Delta i/\Delta t = U/L \quad (4)$$

Protéká-li cívku proud I , cívka obsahuje energii

$$W = 1/2.L.I^2 \quad (5)$$

Je to energie, kterou můžeme (po odečtení činných ztrát) vrátit do zdroje. Tato energie je přímo úměrná indukčnosti cívky. Pokud bychom dosáhli zvětšení indukčnosti z L_1 na L_2 po dosažení proudu I , energie cívky by úměrně vzrostla. Mohli bychom tedy teoreticky vrátit do zdroje víc energie, než jsme z něj odebrali. Tato možnost není pouze teoretická, ale lze ji realizovat v praxi. Uvažujme následující jednoduché zařízení. Máme válcovou cívku, do níž se volně zasouvá feromagnetické jádro. Cívka se připojuje ke zdroji napětí tak, jak je naznačeno na obr. 1. Zařízení je nakresleno na obr. 2.



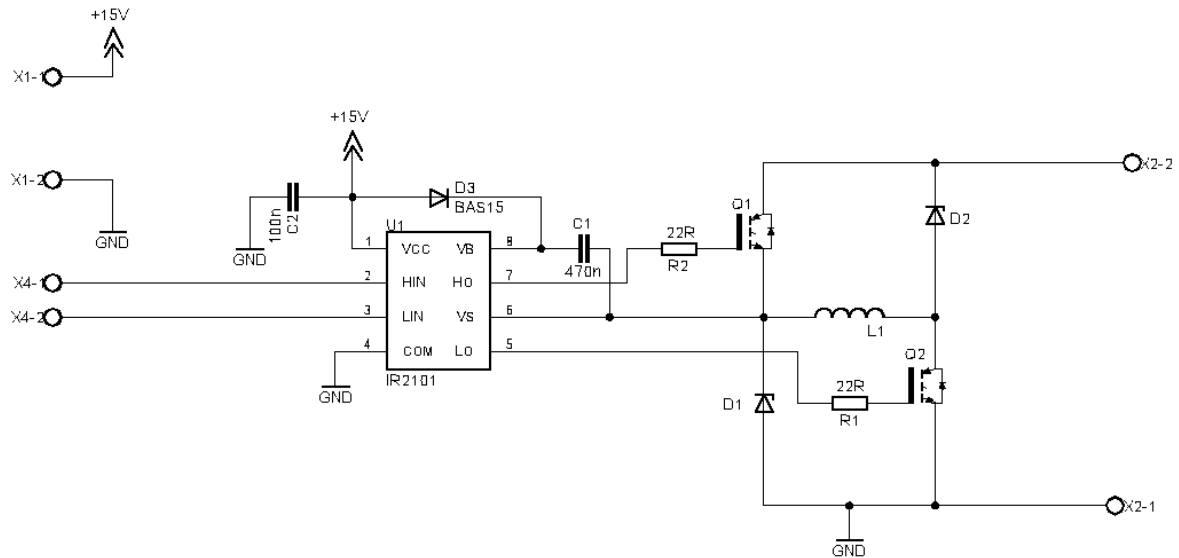
Obr. 2. experimentální zařízení

V bodě A sepnou oba spínače. V intervalu AB, kdy jádro je mimo cívku a její indukčnost je relativně malá, rychle vzrůstá proud. V bodě B se S1 rozezne, S2 zůstává sepnut. V intervalu BC se proud cívku uzavírá přes diodu D1 a spínač S2. V tomto intervalu je indukčnost cívky středně velká, protože jádro je již částečně zasunuto v cívce. Časová konstanta cívky je tedy poměrně velká a proud klesá podle exponenciální křivky jen velmi zvolna. V bodě C se rozezne i spínač S2 a zbytek energie cívky se vrací do zdroje.

Toto zařízení je tedy teoreticky schopno dodávat do zdroje víc energie než si z něho bere a kromě toho ještě vykonává mechanickou práci. Posloupnost spínání spínačů lze zajistit např. pomocí optoelektronických prvků a kotouče připevněného k setrvačníku.

Obvodové řešení spínače

Je důležité, abychom použili rychlé diody, jinak bychom spínače mohli snadno zničit. Pro nižší napětí můžeme použít např. polem řízené tranzistory MOSFET, pro napětí v řádu stovek voltů jsou vhodnější tranzistory IGBT. V obou případech lze k buzení tranzistorů využít např. sdružený budič IR2101. Schéma zapojení najdete na obr. 3.



Obr. 3. Obvodové schéma spínače