

ELECTRONIC CONTROLLED IGNITION FOR A TWO-STROKE MOTORCYCLE ENGINE

Lukáš Rokos

Secondary School of Industry Jihlava (4)

E-mail: RokosLukas@centrum.cz

Supervised by: Jiří Dřínovský

E-mail: drino@feec.vutbr.cz

Abstract: This document describes a design of an electronically controlled ignition for two-stroke motorcycle engines JAWA and ČZ. Ignition makes a control function of the advance by using a program recorded in the microcontroller. It changes a time of the ignition in dependence of the engine speed. Project also includes the voltage regulator (charge regulator). It caters optimum battery charging by a dynamo of the motorcycle. This ignition replaces a factory ignition. Switch of ignition time is solved by the mechanical switch in the factory model. There is not advance regulation. Installation of the ignition should be possible to realized without the major modifications of the motorcycle. Ignition should eliminate a frequent adjustment of the mechanical parts and an absence of a regulator of the advance.

Keywords: ignition, advance, regulator, motorcycle

1. ÚVOD

Dvoudobý spalovací motor je pístový spalovací motor, jehož pracovní cyklus proběhne za jednu otáčku klikového hřídele. Dvoudobé motory motocyklu JAWA a ČZ, jsou v zásadě totožné. Při pohybu pístu do horní úvratě (HÚ) se nasává čerstvá směs do klikového prostoru, dalším pohybem se přepouští přepouštěcími kanály do válce motoru, kde je zapálena zapalovací svíčkou. V době, kdy se nad pístem směs stlačuje, probíhá v dolní části motoru pod pístem (v klikové skříni) nasávání.

Zdrojem elektrické energie je šestipólové derivační dynamo. Z dynamu je dobíjen olovený akumulátor o napětí 6 V pomocí regulátoru napětí (dobíjení). Ten obstarává správné dobíjení akumulátoru pomocí regulace buzení dynamu. Spínání zápalu směsi se provádí mechanickým spínačem umístěným na dynamu a ovládaným vačkovým hřídelem, umístěným na konci klikového hřídele. Pokud se dostane píst na určitou vzdálenost od HÚ tzv. předstih, mechanický spínač (přerušovač) rozeprne primární zapalovací obvod. Ten byl do té doby sepnutý a proud z akumulátoru procházel přes přerušovač a zapalovací cívku, která zde slouží k transformaci napětí. Po rozeprnutí přerušovače se touto změnou indukuje vysoké napětí, které vyvolá přeskok jiskry. Hodnota předstihu se v závislosti na otáčkách mění, zvětšuje se. U motorů motocyklů JAWA a ČZ byl zvolen optimální předstih, který je v nízkých otáčkách moc velký a naopak ve vysokých moc malý.

2. TEORETICKÝ ROZBOR FUNKCÍ ZAPALOVÁNÍ

Elektronicky řízené zapalování by mělo plnit několik hlavních funkcí, nahrazení mechanického spínače optickým spínačem a navíc by mělo obsahovat regulátor předstihu.

Funkce regulace předstihu, předstih je doba, kdy svíčka zapálí směs ve válci. Tato doba neboli vzdálenost od HÚ není konstantní, mění se spolu s otáčkami. V tomto případě máme k dispozici rozsah otáček motoru přibližně od **200 – 6000 ot/min**, který je dán konstrukcí motoru, pro který je regulace určena (v mém případě dvoudobý motor ČZ 125/476). Výrobce je zadána trvalá hodnota předstihu **3,2 mm**, tato hodnota ve skutečnosti platí zhruba pro střední otáčky tj. hodnoty okolo **3000 ot/min**. Celá závislost předstihu na otáčkách se vyjadřuje tzv. křivkou předstihu. Tato křivka

je pro každý motor jiná a závisí na mnoha faktorech. Zjištění této křivky není jednoduché, provádí se pomocí testu motoru na brzdě, při kterém se mění hodnoty předstihu v určitých otáčkách a zjišťuje se, při kterých má motor největší výkon. Při konstrukci tohoto zapalování vycházím už ze známých a zjištěných hodnot, které využívají výrobci těchto zapalování. O regulaci předstihu se stará program nahraný v mikrokontroléru, který v závislosti na otáčkách zpožďuje dobu zážehu oproti maximální době. Výpočet hodnoty zpoždění pro určitou hodnotu otáček (ukázka pro hodnotu 6000 ot/min - maximální otáčky):

Nejprve zjistíme hodnotu předstihu pro tyto otáčky, jak už jsem psal výše, vycházím z už někým zjištěných hodnot, anebo z křivky předstihu. Hodnota je o **2 mm** větší než hodnota udaná výrobcem. Hodnota předstihu, se kterou budeme dále pracovat, se musí přepočítat z **mm** na **j°**.

φ – hodnota předstihu [°], p – hodnota předstihu [mm], z – pracovní zdvih motoru [mm], (pro motor ČZ125/476 $z=135$ mm)

$$\varphi = \cos^{-1}\left(1 - 2 \cdot \frac{p}{z}\right) \quad \varphi = \cos^{-1}\left(1 - 2 \cdot \frac{3,2+2}{135}\right) \quad \varphi = 23^\circ = \varphi_{max}$$

Dále zjistíme hodnotu, o kterou musí MCU zpozdit okamžik zážehu (předstih) oproti jeho maximální hodnotě v maximálních otáčkách (**23° - 6000 ot/min**). Příklad uvedu pro 3000 ot/min kdy je předstih 3,2 mm, $\varphi_{3000} = 18,5^\circ$.

Výpočet doby, kterou trvá jedna otáčka motoru.

t_s – doba otáčky [s], N_m – hodnota otáček [ot/min]

$$t_s = \frac{60}{N_m} \quad t_s = \frac{60}{3000} \quad t_s = 0,02 \text{ s}$$

Výpočet úhlu doby zpoždění.

φ_{zp} – hodnota zpoždění [°]

$$\varphi_{zp} = \varphi_{max} - \varphi_{3000} \quad \varphi_{zp} = 23 - 18,5 \quad \varphi_{zp} = 4,5^\circ$$

t_{zp} – doba zpoždění [ms], t_s – doba otáčky [s], φ_{zp} – hodnota zpoždění [°]

$$t_{zp} = \frac{t_s \cdot \varphi_{zp}}{360} \quad t_{zp} = \frac{0,02 \cdot 4,5}{360} \quad t_{zp} = 0,25 \text{ ms}$$

Z výsledných výpočtů vyplývá, že MCU při otáčkách 3000ot/min musí dobu zážehu zpozdit oproti maximu o 0,25 ms.

Takto se následně vypočítají hodnoty pro všechny otáčky motoru, které začínají od 200 ot/min a po 50 se zvyšují až do 6000 ot/min, které se pak využijí pro programování jako tabulka. Výsledkem je pak závislost zpoždění na otáčkách.

3. POPIS KONSTRUKCE

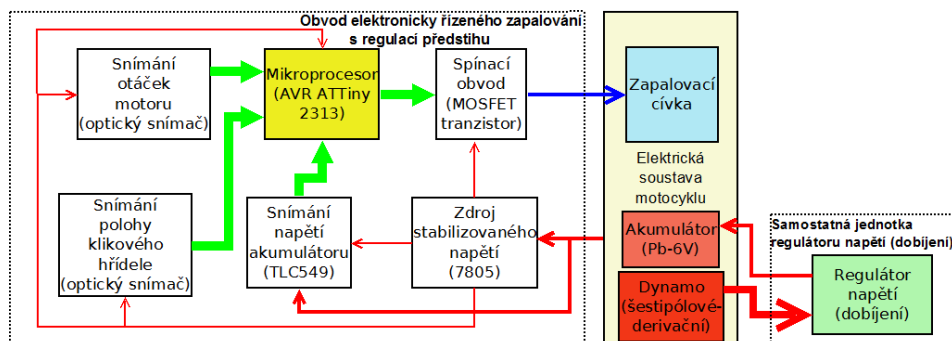
3.1. ELEKTRONICKY ŘÍZENÉ ZAPALOVÁNÍ:

Regulaci předstihu obstarává mikrokontrolér. Zvolil jsem typ Atmel ATtiny 2313. Na piny externího přerušení jsou přivedeny signály z optických závor. Na pin PB0 (PCINT0) je přiveden signál: snímání okamžiku zážehu. Na pin PB1 (PCINT1) je přiveden signál: otáčky motoru. Na pin PB2 (PCINT2) je přiveden vstup do spínacího obvodu. Dále je k procesoru připojen AD převodník (TLC 549), přes který se měří napětí na akumulátoru, které když poklesne pod 5,5 V, tak zapalování nebude pracovat a je nutné dobít akumulátor.

Jako snímač otáček a doby zážehu jsou použity optozávory (infra LED dioda a infra optotranzistor). Pro jednoznačné definování vstupní úrovně je napětí přivedeno do MCU přes komparátor. Jako stínítko je použita kruhová deska s výřezy připevněná na klikovém hřídeli, která obstarává čítání otáček a zároveň určuje dobu zážehu (23 ° před HÚ).

Jako výkonový spínač je použit tranzistor MOSFET TRF350N, která spíná indukční cívku motocyklu. Tento tranzistor je spínán ještě přes bipolární NPN tranzistor v zapojení SE, z toho vyplývá,

že logika spínání je inverzní. Když na výstupu MCU je „1“ MOSFET je zavřený a naopak. Jakmile přijde impulz z optozávory určující dobu zážehu, je v MCU podle aktuálních otáček určeno zpoždění zážehu, a na vývodu PB2 (PCINT2) se objeví „1“, tranzistor MOSFET je zavřen a touto změnou se indukuje v zapalovací cívce vysoké napětí a dochází k přeskoku jiskry na svíčke. Po přeskoku se tranzistor MOSFET opět otevírá, protože na vývodu MCU je „0“. Poté MCU čeká na další příchod impulzu z optozávory určující dobu zážehu.



Obrázek 1: Blokové schéma zapalování

3.2. REGULÁTOR DOBÍJENÍ:

Obstarává správné dobíjení akumulátoru. Výstupní napětí z dynama je přivedeno přes napěťový dělič na komparátor, kde se porovnává s referenčním napětím (TL431) a pokud nepřesahuje referenční napětí potom je na výstupu komparátoru „0“, výkonový tranzistor MOSFET (IRFP350N), který je spínán přes bipolární NPN tranzistor v zapojení SE (opačná logika) je otevřen a protéká přes něj proud do budícího vinutí dynama. Dynamo je buzeno a dochází k prudkému nárůstu výstupního napětí, komparátor překlápí a MOSFET se zavírá. Do série s budícím vinutím je zapojen odpor. Dynamo se odbuzuje a klesá výstupní napětí. Tento děj se neustále opakuje. Elektronický regulátor nahrazuje továrně montovaný mechanický jednocívkový regulátor, který vlivem opotřebení mechanických částí časem přestal fungovat a musel se seřadit nebo vyměnit.

4. ZÁVĚR

Cílem práce bylo vytvořit náhradu za stávající zapalování a regulátor dobíjení, kdy se nahrazením mechanických prvků sníží poruchovost celého systému. Po zkompletování a instalaci na motocykl proběhly zkoušky a ladění. Mým cílem je sestavit optimální charakteristiku předstihu pro motor na mém motocyklu. Dále pak rozšíření zapalování například o měření provozní teploty, snímání podtlaku v sání, snímání natočení plynové rukojeti, atd.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za finanční podpory projektu „Popularizace výsledků VaV VUT v Brně a podpora systematické práce se studenty“, reg. č. CZ.1.07/2.3.00/35.0004. Dále bych chtěl tímto poděkovat vedoucímu tohoto projektu Ing. Jiřímu Dřínovskému, Ph.D za účinnou metodickou a odbornou pomoc a mnoho cenných rad při tvoření této konstrukce.

REFERENCE

- [1] DOLEŽAL, J.: Údržba, opravy a seřizování motocyklů JAWA, Brno, Computer Press, 2008
- [2] FOJTÍK, R.: Tranzistorové zapalování EK2.3, Amatérské rádio 10/94
- [3] SOUKUP, J.: Elektronická regulace předstihu zážehu, Amatérské rádio 11/79
- [4] VÁŇA, V.: Mikrokontroléry ATMEL AVR Programování v jazyce C, Praha, BEN - technická literatura, 2003
- [5] VÁŇA, V.: Mikrokontroléry ATMEL AVR - popis procesoru a instrukční soubor, Praha, BEN - technická literatura, 2003