

# HIBRIDNI SUSTAV PRETVORBE I PRIJENOSA SNAGE I GIBANJA S CIRKULACIJOM SNAGE I NOVOM STRATEGIJOM UPRAVLJANJA

Damir Jelaska, član emeritus HATZ, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, Split  
Email: jelaskad@fesb.hr

**Sažetak:** Predložen je sustav/prijenosnik koji je sposobno natjerati pogonski stroj da ostvaruje minimalnu potrošnju goriva za svaku brzinu vrtnje vratila i sve uvjete rada gonjenog stroja ili pogonskog člana/kotača. Primijenjen u hibridnim vozilima, omogućava još i optimalnu raspodjelu snage između pogonske baterije i motora s unutrašnjim izgaranjem.

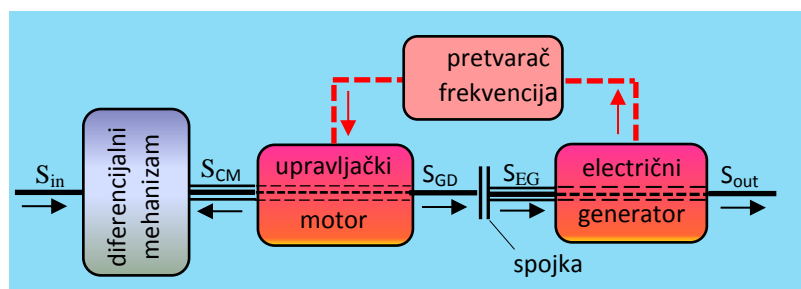
## 1. Uvod

Ovaj izum odnosi se na sustave pretvorbe i prijenosa energije kod kojih vratila pogonskog stroja i gonjenog stroja ili propulzijskog člana imaju promjenjive i međusobno neovisne brzine vrtnje. Izum se posebno odnosi na hibridna vozila gdje postoji sljedeći problem: kako za svaku željenu brzinu vozila postići ne samo da pogonski motor s unutrašnjim izgaranjem radi u optimalnom režimu, nego i da čitav sustav pretvorbe i prijenosa energije radi s minimalnim gubicima.

## 2. Opis patenta

Osnovna izvedba hibridnih prenosnika po ovom izumu, Sl. 1, sastoji se od jednog diferencijalnog mehanizma (DM-a), upravljačkog elektromotora s promjenjivom brzinom vrtnje, generatora i pretvarača frekvencija. Diferencijalni mehanizam ima dva ulazna vratila,  $S_{in}$  spojeno na pogonski stroj i šuplje vratilo  $S_{CM}$  spojenog na upravljački motor (UM) te jednog izlaznog vratila,  $S_{GD}$  koje, prolazeći kroz šuplje vratilo  $S_M$  UM-a, preko spojke s dva izlaznog vratila pogoni istovremeno generator preko šupljeg vratila  $S_{EG}$  i gonjeni stroj ili neki propulzijski član, preko vratila  $S_{out}$ . Generator napaja UM preko pretvarača frekvencija pa ta energija stalno cirkulira u zatvorenom krugu generator – elektromotor –diferencijalni mehanizam – generator, omogućavajući energiji pogonskog stroja da, umanjena za zanemarive gubitke u diferencijalnom mehanizmu, stigne do izlaznog vratila  $S_{out}$ , zaobilazeći, za razliku od postojećih hibridnih prenosnika, električne strojeve i velike gubitke energije u njima.

Jednostavni upravljački sustav (US), za bilo koju brzinu vrtnje izlaznog vratila, izračunava optimalnu brzinu vrtnje vratila  $S_{in}$  pogonskog stroja kao sjecište krivulje njegove izmjerene snage i njegove krivulje najmanje specifične potrošnje goriva (OOL) u  $T-n$  radnom dijagramu te prisiljava vratilo UM-a da rotira brzinom koja će, slijedom ugrađene u US Willisove jednadžbe, rezultirati traženom optimalnom brzinom vratila  $S_{in}$ .

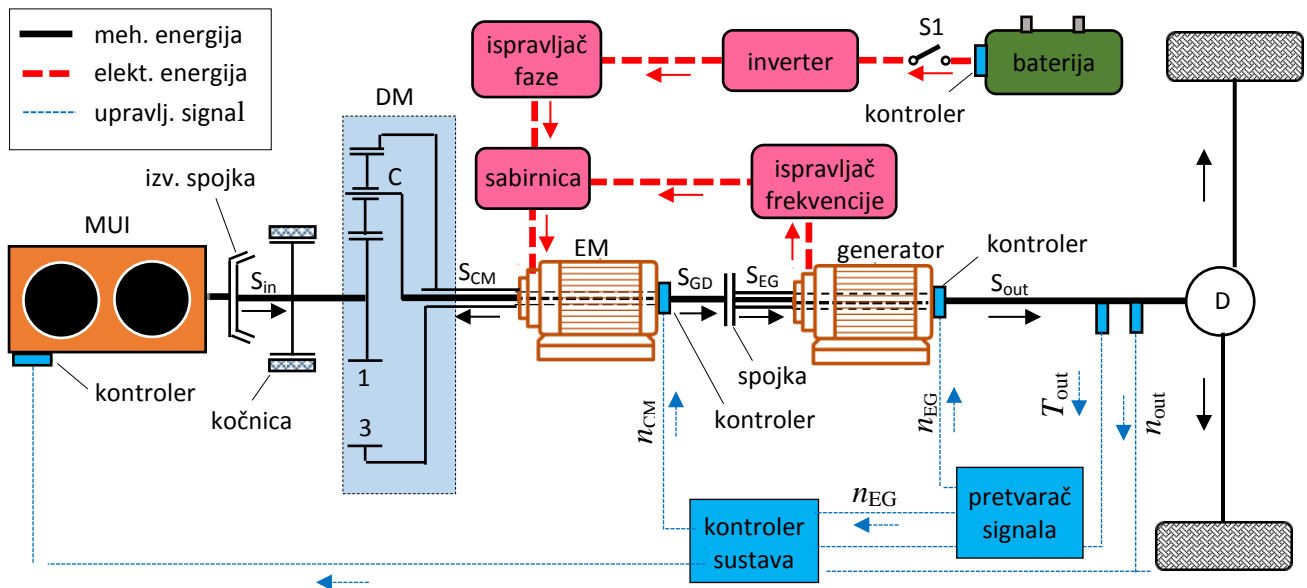


Slika 1: Osnovna verzija univerzalnog prijenosnika za optimiranje pogonskog stroja

Kada se opisanom prenosniku primjenjenom na vozila doda pogonska baterija koja preko invertera isporučuje energiju upravljačkom motoru zajedno s energijom generatora, dobije se prenosnik za Plug-in hibridno vozilo (PHEV), Sl. 2, sposobno pogoniti vozilo samo s pogonskim motorom s unutrašnjim izgaranjem (MUI), samo s baterijom ili kombinirano – u hibridnoj vožnji, pri čemu se električna energija proizvedena u generatoru i električna energija isporučena od baterije sastaju u sabirnici BUS, odakle zbrojene napajaju upravljački motor (EM).

Od prvog hibridnog vozila do danas, osnovni problem PHV-a jest optimalno određivanje udjela električne energije u hibridnoj vožnji. Veliki znanstveni napor je uloženi u ovaj problem, ali ne s mnogo uspjeha. Svaka od njih ima jedan od

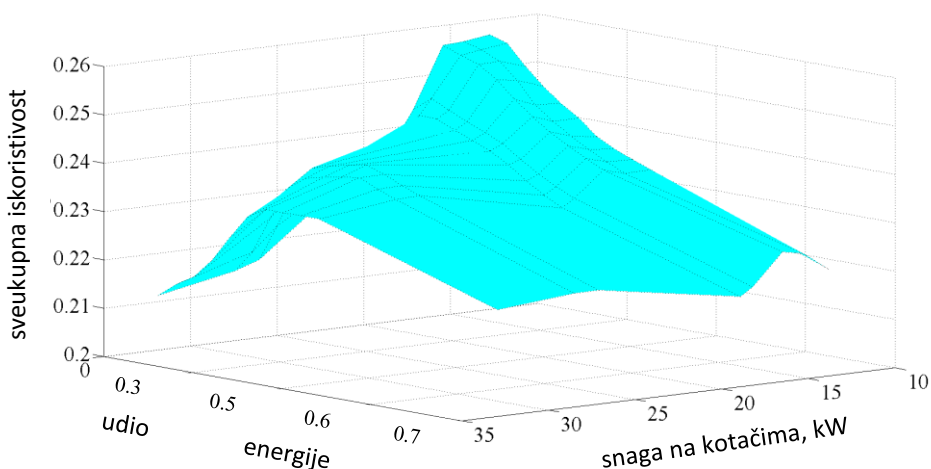
sljedećih nedostataka: ili je (i) primenjiva samo za unaprijed zadani ciklus vožnje ili (ii) zbog prevelikog računalnog opterećenja upravljačkog sustava, nije primjenjiva u realnom vremenu ili (iii) je bazirana na nekom intuitivnom pravilu pa ne može biti dovoljno točna.



**Slika 2:** Simbolički prikaz konfiguracije sustava pretvorbe i prijenosa energije s osnovnim upravljačkim sustavom, za pogon PHEV-a

U ovom patentu, predstavljena je nova strategija upravljanja tokovima energije u hibridnim vozilima, temeljena na stavu da električna energija kojom se puni baterija nije "čista", već je u njezinoj proizvodnji u elektranama zagađena okolina i stvoren gubitak energije kojeg se treba uzeti u obzir kada se računa energijska iskoristivost pogonskog sustava i kada se priča da hibridizacija vozila zaštićuje okolinu. Takvim stavom se dolazi do dodatnog benefita, ključnog za strategiju upravljanja i s njom povezan US: stupanj iskoristivosti proširenog energijskog sustava, u hibridnoj vožnji vozila, postaje optimabilan.

Kao numerički primjer, odabrane su i modelirane sve komponente sustava te je simulacijama vožnje u MATLAB/Simulink okruženju dobivena ovisnost ukupnog stupnja iskoristivosti o udjelu  $r$  električne energije u pogonu za čitav rang potrebnih snaga na kotačima, Sl. 3. budući da se iskoristivosti elektrane, mreže s pripadajućim transformatorima te punjača baterije, mogu smatrati konstantnima, na ovaj način se, posredno, optimira sustav pretvorbe i prijenosa energije HEV-a.



**Slika 3:** Ovisnost sveukupne iskoristivosti o udjelu energije baterije u hibridnoj vožnji, za poznatu snagu na kotačima

Jednadžba krivulje na Sl. 3 se zajedno s Willisovom jednadžbom i jednadžbom OOL unosi u mikroprocesor US-a, koji u vožnji, s malim računalnim opterećenjem, prisiljava bateriju da u svakom trenutku daje optimalnu snagu za maksimalnu iskoristivost i MUI da troši najmanje goriva, tj. da u svakom trenutku ima najveću iskoristivost.

Patentna zaštita je zatražena u Hrvatskoj; puna oznaka patenta je PK20170510; naziv patenta je kao u naslovu ovog članka; datum podnošenja prijave: 29.03.2017; datum objave patenta: 16.11.2018; izumitelj: **Damir Jelaska**.

### **3. Zaključak**

Patent je važan utoliko što donosi dva nova tipa hibridnih prenosnika za pogon vozila, svaki od kojih je bez premca u svojoj kategoriji po potrošnji goriva i po iskoristivosti: (i) hibridni prijenosnik za klasično vozilo (s jednim izvorom pogonske energije) bez izvrstive spojke i njezine pedale i bez menjača brzina, sposoban za svaku, kontinuirano promjenjivu brzinu vozila i svih vrtila, trošiti minimalno moguću količinu goriva te (ii) hibridni prijenosnik za HEV, sposoban, pored optimiranja rada pogonskog stroja, u svakom trenutku raditi s optimalnim udjelom energije baterije u hibridnoj vožnji – za maksimalnu iskoristivost čitavog sustava. Na taj način, primjena ovog patenta će istovremeno štediti gorivo i trošak vlasnicima vozila i doprinijeti smanjenju globalnog zatopljenja.