



STARTER SISTEM KONTROL TERPADU - MOTOR DC COUPLE KE TIGA FASA MOTOR INDUKSI DI APLIKASI PADA OTOMOTIF

Zulkarnain Lubis

Universitas Pembangunan Panca Budi
zulkarnainlubis@dosen.pancabudi.ac.id

Abstract

An electric vehicle control system controls motor response based upon monitored vehicle characteristics to provide consistent vehicle performance under a variety of conditions for a given accelerator manipulation. With emphasis on a cleaner environment and efficient operation, vehicles today rely more and more heavily on electrical power generation for success. With the oil price shocks of the past few decades, as well as an increasing awareness of the emissions of air pollutants and greenhouse gases from cars and trucks, the interest to investigate alternative vehicle propulsion systems has grown. This challenge of fuel economy standards is promoting optimised and sometimes novel vehicle power automotive architectures, which combine the traditional internal combustion engine (ICE) with various forms of electric drives. The different types of the hybrid electric vehicles (HEV) are real competitors of the classical ICE driven cars. The controller of induction motor (IM) is designed based on input-output feedback linearization technique. It allows greater electrical generation capacity and the fuel economy and emissions benefits of hybrid electric automotive propulsion. Finally, a typical series hybrid electric vehicle is modelled and investigated. Control system integrated starter dc motor couple three phase induction motor for automotive applications. Various tests, such as acceleration traversing ramp, and fuel consumption and emission are performed on the proposed model of 3 phase induction motor coupler dc motor in electric hybrid vehicles drive.

Keywords: hybrid electrical vehicle, Induction motor, Dc Machine.

PENDAHULUAN

Dengan guncangan harga minyak dalam beberapa dekade terakhir, serta meningkatnya kesadaran akan emisi polusi udara dan gas rumah kaca dari mobil dan truk, minat untuk menyelidiki sistem propulsi kendaraan alternatif telah tumbuh. Tantangan standar penghematan bahan bakar ini mempromosikan arsitektur powertrain kendaraan yang dioptimalkan dan terkadang baru, yang menggabungkan mesin pembakaran internal (ICE) tradisional dengan berbagai bentuk penggerak listrik. Berbagai jenis kendaraan listrik hybrid (HEV) adalah pesaing nyata dari mobil klasik yang digerakkan oleh ICE.

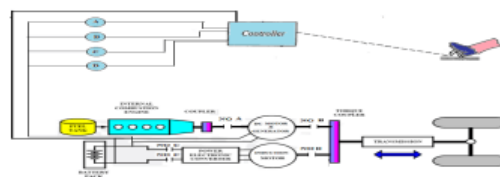
Dalam kendaraan listrik semua (EV) tidak ada ICE, tetapi semua komponen lain ada termasuk baterai dengan daya yang berlebihan. EVs dan HEVs dipelajari oleh banyak penulis di masa lalu, satu studi komprehensif adalah dari Chan [1]. Pekerjaan kendaraan hybrid skala penuh pertama di Turki adalah contoh Doblo/Tofas yang direalisasikan di Marmara Research Center [2]. Ada tesis universitas dan proyek industri merupakan dasar dari makalah ini [3-7]. Salah satu kontribusi utama adalah bahwa dari Gokce [4], konservasi energi dan metode keseimbangan energi diadopsi. Teknik linearisasi umpan balik input-output dikombinasikan dengan adaptif backstopping observer dalam kerangka acuan stator motor induksi [5] menggunakan kendaraan listrik hibrida seri dikendalikan.

Makalah ini fokus pada pemodelan HEV baru untuk membuat pasangan dua motor listrik IM dan DCM close loop sinusoidal PWM inverter untuk mengontrol kecepatan motor induksi tiga fasa. Inverter kompak ini memiliki perangkat kerasnya yang dikurangi seminimal mungkin melalui penggunaan mikrokontroler sirkuit terintegrasi (PIC) yang dapat diprogram (PIC16C73A). Dalam hal ini antarmuka komputer mikro dihindari. Pada akhirnya, HEV tipikal dimodelkan dan diselidiki. Hasil simulasi yang diperoleh menunjukkan kinerja IM dan komponen lainnya untuk siklus berkendara kota biasa.

Sistem kontrol manajemen HEV

Sebuah kendaraan listrik hibrida dapat terdiri dari mesin pembakaran internal (ICE), motor listrik (EM), generator listrik (EG), sirkuit elektronik daya, unit kontrol elektronik canggih (ECU), transmisi mekanis yang kompleks dan bank baterai.

Gambar 1 menunjukkan struktur rakitan penggerak mobil listrik hibrida. Ada 3 mesin listrik, generator dan starter (M/G), starter dan motor utama (M), pada gambar. G/M adalah integrated starting and generator (ISG) yang terhubung dengan internal combustion engine (ICE) dengan menggunakan coupler. Starter adalah yang siaga. M, yang menjadi pokok bahasan makalah ini, disebut motor utama. Ini terhubung dengan roda melalui gigi akhir. Motor utama adalah Motor asinkron tiga fasa. Paket baterai adalah 288V, 10Ah NiH. Gambar 1

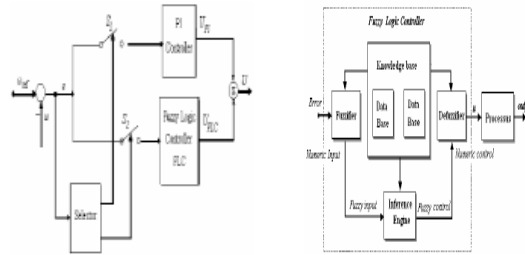


Gbr.1 Sistem kontrol manajemen HEV

Mobil listrik hybrid memiliki 8 mode kerja: idle stop, drive motor penggerak ICE, mode serial, mode paralel, mode serial & paralel, drive ICE, pengisian daya baterai, dan pengereman regeneratif. Gbr.1 menunjukkan empat mode. ICE berhenti berjalan saat dalam keadaan idle running, dan dapat dimulai ulang dalam waktu kurang dari 100 ms oleh M/G. Mode idle stop akan mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi dalam keadaan idle running. Mode berkendara ICE sama dengan mobil tradisional dan akan terjadi di area kerja ICE yang paling efisien. Modus penggerak motor sama dengan baterai mobil listrik dan akan terjadi pada kecepatan yang sangat rendah. Dalam mode variasi yang ditunjukkan pada Gbr.1, ICE menyeret M/G untuk mengisi baterai, dan motor induksi utama.

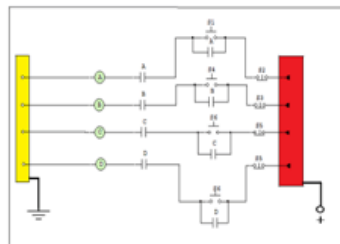
Motor dc pasangan Fuzzy-Induksi dalam mode kontrol

Kerugian dari motor dc couple motor induksi dalam pengontrol mode HEV adalah bahwa sinyal kontrol terputus-putus menghasilkan dinamika obrolan; obrolan diperparah oleh penundaan waktu yang kecil dalam sistem. Untuk menghilangkan fenomena chattering, skema yang berbeda telah diusulkan dalam literatur [8,9]. Pada bagian ini dikembangkan motor dc couple Fuzzy Induction pada pengontrol mode HEV, di mana mekanisme inferensi fuzzy digunakan untuk menghasilkan parameter hukum kontrol yang setara. Motor dc pasangan motor induksi fuzzy yang diusulkan dalam skema pengontrol mode HEV untuk kontrol kecepatan EV ditunjukkan pada Gambar 2 Kontroler logika fuzzy menggantikan ketidaksetaraan yang menentukan parameter tindakan kontrol yang setara. Kami mengikuti perkembangan yang ditetapkan pada [10,11] dan menunjukkan bahwa pengontrol fuzzy tertentu adalah perpanjangan dari SMC dengan lapisan batas .

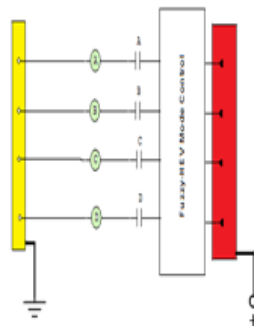


METODE PENELITIAN

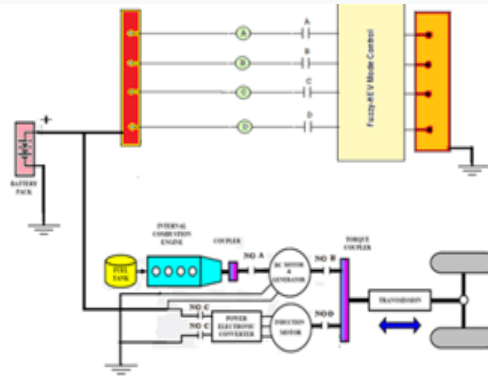
Pengoperasian sistem kendali HEV dalam aplikasi otomotif , Pengoperasian sistem kendali Sebuah kendaraan listrik hybrid (HEV) dapat terdiri dari relai utama internal , relai koil A,B,C,D , relai kontak A,B,C,D , kompleks mekanik kontrol pusat manual dan elektronik menggunakan sistem kontrol fuzzy dan kontrol saraf untuk aplikasi otomotif stabilitas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 sistem kontrol kabel utama.



a.



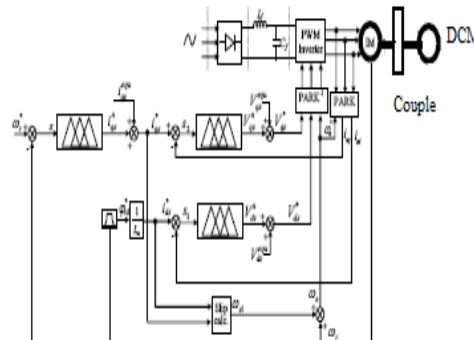
b.



c.

Gbr.3 sistem kontrol utama kabel. a) Kontrol Mode Manual-HEV. b) Kontrol Mode Fuzzy-HEV. C) Ubah mode HEV Dengan menggunakan kontrol Fuzzy

Untuk mengontrol torsi, kecepatan dan arus motor induksi, ketiga aksi kontrol diskontinu digantikan oleh pengontrol logika fuzzy seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy input dan output digambarkan pada gambar 2a dan 2b. Dalam studi ini, fungsi keanggotaan segitiga dan metode defuzzifikasi rata-rata pusat diadopsi, karena secara komputasi sederhana, masuk akal secara intuitif, dan paling sering digunakan dalam literatur pembuka.

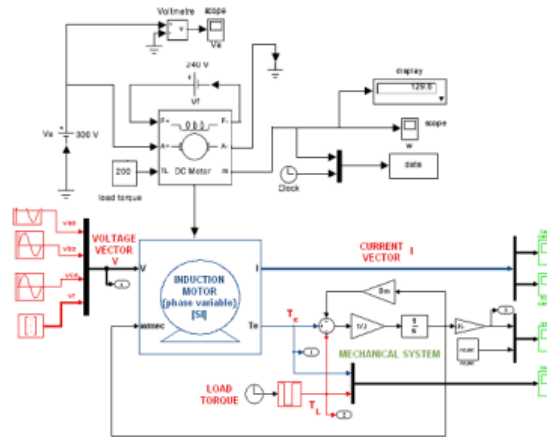


Gbr.4 Fuzzy-Couple IM ke mode DCM kecepatan dan arus Kontrol roda EV

4. Sistem kontrol yang diusulkan

4.1 Model simulasi motor induksi couple motor dc

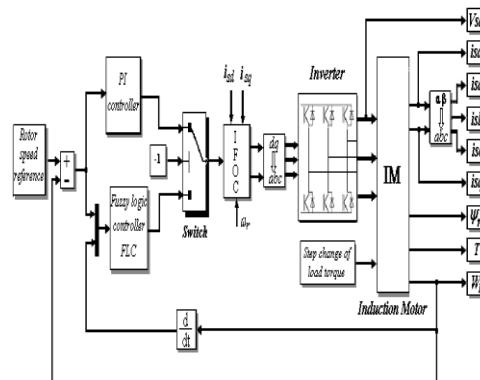
Simulasi sistem penggerak motor DC pasangan IM dilakukan di lingkungan Matlab/Simulink dan SimPower. Sags tegangan tipe A-G, diproduksi oleh perangkat lunak, diterapkan pada sistem pengujian. Diagram skema dari sistem yang disimulasikan ditunjukkan pada Gambar. 5. Intinya di sini adalah untuk menunjukkan betapa mudahnya mengambil blok SIMULINK dari Perpustakaan dan mengubahnya menjadi simulasi dan kemudian menjadi implementasi waktu nyata



Gbr.5 Motor induksi tiga fasa motor dc pasangan

4.2 Mengimplementasikan drive menggunakan kontroler fuzzy.

Diagram blok drive yang diimplementasikan menggunakan kontroler fuzzy terdiri dari komponen-komponen yang diilustrasikan pada Gambar 6. Lingkungan perangkat lunak yang digunakan dari percobaan simulasi ini adalah Matlab dengan Toolbox Simulink



Gbr. 6 Blok diagram drive yang diimplementasikan

Tujuan dari kontroler hybrid adalah untuk memanfaatkan atribut terbaik dari kontroler tipe PI dan fuzzy untuk menyediakan kontroler yang akan menghasilkan respon yang lebih baik daripada PI atau kontroler fuzzy. Perpindahan antara dua pengontrol membutuhkan dasar yang dapat diandalkan untuk menentukan pengontrol mana yang lebih efektif. Jawabannya dapat diperoleh dengan melihat keunggulan masing-masing pengontrol. Kedua pengontrol menghasilkan respons yang baik terhadap kondisi tunak atau kondisi yang berubah secara perlahan. Pilihan metode yang cermat untuk menggabungkan pengontrol dapat menghasilkan respons yang sangat memadai namun tidak beresilasi. Untuk memanfaatkan respon cepat dari pengontrol tipe PI, seseorang perlu menjaga agar sistem tetap merespons di bawah pengontrol PI untuk sebagian besar waktu dan menggunakan pengontrol fuzzy hanya ketika perilaku sistem beresilasi atau cenderung melampaui batas.

4.3 Pengaturan percobaan

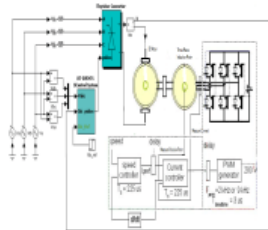
Makalah ini menjelaskan pengembangan perpustakaan eksperimen algoritma kontrol dan pemodelan untuk berbagai jenis penggerak motor induksi yang dipertimbangkan untuk



Kendaraan Listrik Hibrida (HEV). Diagram pengkabelan kontrol motor dc coupler motor induksi tiga fasa pada Gbr.7.b dan percobaan set up LAB pada Gbr.7.a



A. Pengaturan percobaan



B. Kontrol diagram pengkabelan motor dc coupler motor induksi tiga fasa

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Untuk mendemonstrasikan keberhasilan skema kontrol fuzzy hybrid yang diusulkan, telah diuji dengan simulasi, untuk mengevaluasi kinerja di bawah berbagai kondisi operasi. Nilai numerik untuk motor induksi yang diuji dirangkum dalam Tabel I.

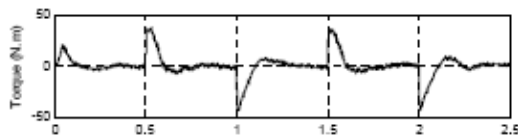
Tabel 1 Peringkat motor induksi yang diuji

Rated values	Power	0.3	kW
	Frequency	50	Hz
	Voltage Δ/Y	240/415	V
	Current Δ/Y	15/8,6	A
	Motor Speed	1440	rpm
	pole pair (p)	2	
Rated parameters	Rs	1,2	Ω
	Rr	1,8	Ω
	Ls	0,1554	H
	Lr	0,1564	H
	M	0,15	H
Constant	J	0,013	kg.m ²

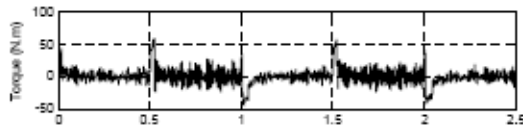
Algoritme pengontrol ditempatkan di dalam komputer pribadi dengan mikroprosesor Pentium-4 dan semua nilai numerik dari model simulasi diperoleh melalui pengukuran. Lingkungan perangkat lunak yang digunakan dalam percobaan simulasi ini adalah perangkat lunak Matlab dengan Simulink Toolbox. Untuk semua simulasi yang dilakukan dalam makalah ini, gain terbaik, ditemukan secara eksperimental adalah $k_p = 0,56$ dan $k_i = 10,04$. Setelah merancang kontroler PI dan kontroler fuzzy terbaik yang berdiri sendiri, semua keefektifan menggabungkan kedua kontroler untuk menghasilkan desain hybrid ditunjukkan. Hasil simulasi diberikan untuk pelacakan kecepatan motor dengan kecepatan yang diinginkan berubah dari level ke level lainnya (trek referensi gelombang persegi dengan amplitudo 150 rad/s).



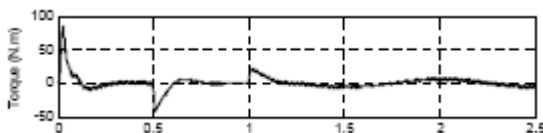
Gambar. Gambar 8 dan 9 menunjukkan lintasan kecepatan ketika kecepatan yang diinginkan berubah dari satu nilai ke nilai lainnya, masing-masing menggunakan kontroler PI dan kontroler Fuzzy. Kecepatan yang diukur ditumpangkan pada kecepatan yang diinginkan yang ditentukan untuk membandingkan akurasi pelacakan. Jelas, pengontrol fuzzy mengurangi baik overshoot dan tingkat osilasi di bawah kondisi operasi yang sama. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 8, pengontrol PI menunjukkan beberapa overshoot atau osilasi saat kecepatan yang diukur mendekati kecepatan yang diinginkan. Untuk mendemonstrasikan kekokohan pengontrol yang diusulkan, jenis lintasan yang berbeda dipertimbangkan dalam pengujian ini. Gambar. 8a, 8b, 8c, 8d, 8e dan 8f, tunjukkan hasilnya, dalam kasus lintasan kecepatan referensi persegi-sinusoidal dan segitiga-persegi, di mana $r(k)$ memiliki amplitudo 150 (rad/s) dan panjang gelombang 1,0 (detik). Akurasi pelacakan yang tinggi diamati pada semua kecepatan. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa hasil menggunakan kontroler fuzzy sangat berhasil.



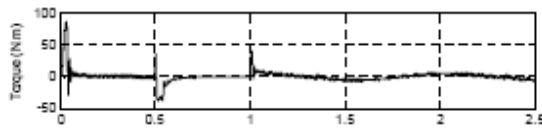
a) Result of speed control system using PI Control



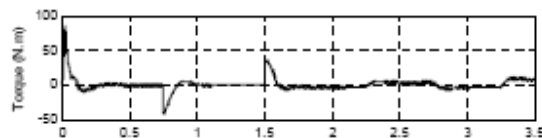
b) Result of speed control using fuzzy controller with stochastic load changes



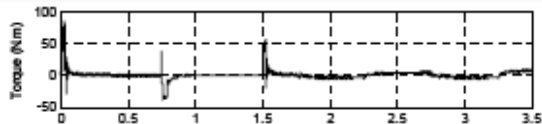
c) Results of speed control of a square-sinusoidal reference track using PI controller



d) results of speed control of a square-sinusoidal reference track using fuzzy controller



e) Results of speed control of a square-triangular reference track using PI controller

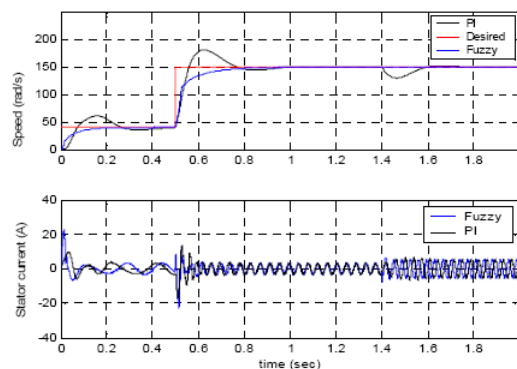


f) results of speed control of a square-triangular reference track using fuzzy controller

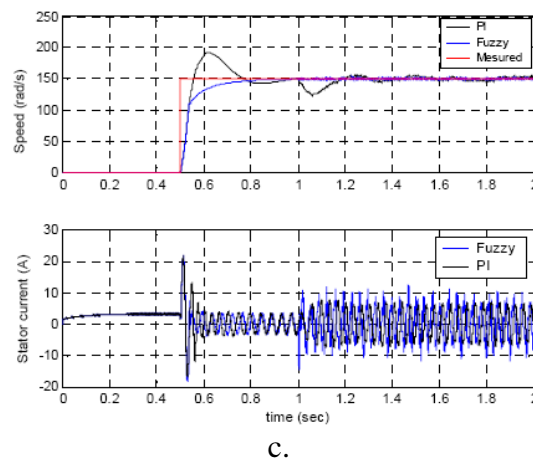
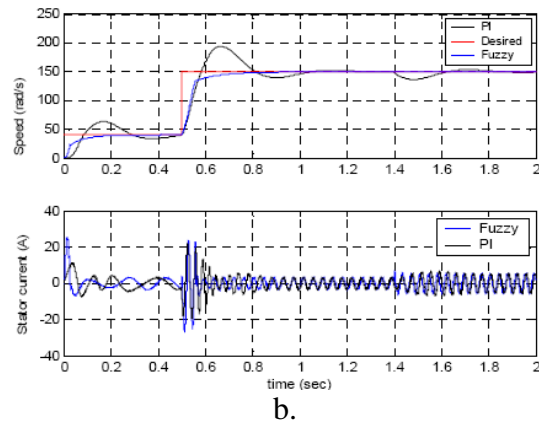
Gambar 8. Sistem kendali kecepatan motor induksi couple dc motor menggunakan PI Controller dan fuzzy controller

Untuk mengilustrasikan efektivitas strategi switching lebih lanjut, pengontrol hibrida diterapkan untuk mengontrol motor di bawah torsi beban variabel. Dari Gambar 9a,9b,9c, terlihat bahwa pengontrol hibrid melacak kecepatan motor dengan cermat, bahkan dalam kondisi yang berubah. Penolakan gangguan eksternal juga tercapai. Dibandingkan dengan respon kecepatan motor dengan beban variabel, dapat dilihat bahwa respon osilasi yang tidak diinginkan terlihat jelas.

Semua hasil pengujian menunjukkan bahwa strategi kontrol fuzzy hybrid yang diusulkan sangat efektif dalam melacak trek yang dipilih setiap saat, sementara transien sistem berkurang secara efektif. Hasil yang disajikan pada Gambar. 9a, b,9c, menunjukkan bahwa sistem kontrol yang diusulkan bekerja dengan benar. Plot dari gambar-gambar ini menunjukkan kinerja sebagai skema yang diusulkan dari kontroler hybrid-fuzzy untuk berbagai perubahan langkah pada set point yang diinginkan. Dapat diamati bahwa, penerapan gaya eksternal 1,0 (N.m) ke motor induksi, kontrol dan set-point berikut memuaskan. Untuk menguji kekokohan skema kontrol yang diusulkan, kami berasumsi bahwa parameter resistansi rotor R_r dan inersia beban J telah terganggu dari nilai nominalnya.



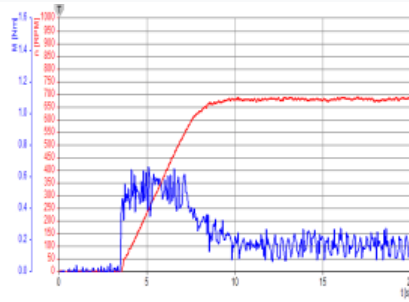
a.



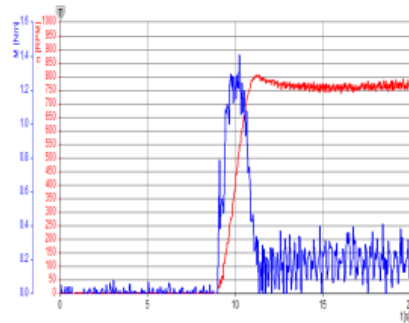
Gbr.9 Sistem kontrol kecepatan motor induksi couple dc motor menggunakan Kontroler PI dan kontroler fuzzy a) Evolusi kecepatan setelah langkah referensi track perubahan beban inersia. b) Kontrol kecepatan setelah trek referensi dan perubahan inersia, di bawah beban c) Respon langkah kecepatan di bawah perubahan beban dan resistansi rotor

Parameter resistansi stator, induktansi dan gesekan viskos f mempertahankan nilai nominalnya. Jelas bahwa respon kecepatan dari skema kontrol yang diusulkan tidak dipengaruhi secara signifikan oleh variasi ini. Satu dapat melihat dari semua angka ini hasilnya sangat sukses dan hasil yang diperoleh mengkonfirmasi validitas skema kontrol yang diusulkan. Angka-angka ini mengungkapkan bahwa pengontrol yang diusulkan berdasarkan skema fuzzy hybrid lebih unggul daripada pengontrol konvensional, seperti tipe Proporsional Integral PI. Kontroler yang diharapkan mampu mempertahankan akurasi pelacakan yang tinggi bahkan dengan adanya gangguan mendadak seperti beban transien listrik.

Hasil tersebut dijelaskan oleh pakta bahwa, dalam pengujian eksperimental diamati pengaruh yang kuat dari induktansi motor di coupler ke motor dc, lebih tepatnya, dalam sistem tenaga, namun dalam simulasi pengaruh tersebut tidak dipertimbangkan, dan juga non-linier dan tambahan kerugian



a.



b.

Gbr. 10 Sistem kontrol kecepatan & torsi a. Hanya motor induksi dan motor dc pasangan motor induksi

KESIMPULAN

Dalam makalah ini, pasangan dari dua motor listrik dengan pengontrol umpan balik keadaan input-output yang dikombinasikan dengan pengamat loncatan mundur adaptif dan baterai dari seri HEV khas diselidiki dan disimulasikan oleh Matlab/Simulink, telah disajikan dan kinerja dan kemampuan kontrol strategi diselidiki. Sistem kontrol yang diusulkan dianalisis dan diimplementasikan dan efektivitasnya dalam aplikasi pelacakan diverifikasi. Dari hasil di atas jelas bahwa pengontrol meskipun strukturnya sederhana memiliki semua masa depan pengontrol kecepatan presisi tinggi untuk beroperasi di seluruh rentang kecepatan dan untuk setiap beban dan kondisi lingkungan dan memiliki respons kecepatan yang baik terlepas dari parameter variasi atau kekuatan eksternal.

Referensi

- C. C. CHAN, "The State of Art of Electric and Hybrid Vehicles", Proceedings of IEEE, vol. 90, no. 2, Feb. 2002.
- C. GOKCE, "Modeling and Simulation of a Series Parallel Hybrid Electrical Vehicle", Master Thesis,
- C. GOKCE, O. USTUN, M. YILMAZ, R. N. TUNCAY, "Modelling and Simulation of Series Parallel Hybrid Electrical Vehicle", ELECO'05, Int. Conference on Electrical and Computer Engineering, Bursa, 2005.
- C. Won, S. Kim and B.K. Bose, "Robust position control of induction motor using fuzzy logic control". In Con. Rec. IEEE-IAS Annu. Meeting, Conf. Rec, pp.472-451, Oct. 1992.
- E.H. Mamdani and S. Assilian, " An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller", International Journal of Machine Studies. Vol. VII, pp.1-13, 1975.
- ELIT1 – Seri Hibrit Elektrikli Araç, TUBITAK MRC Energy Institute, Research Project and Technical Report, 2002.



- G.C.D. Souza and B.K. Bose, "A fuzzy set theory based control of a phase controlled converter DC machine drive", IEE-IAS Annu. Meeting Conf. Rec., Dearborn, MI, pp.854-861, October 1991.
- Ioan Adrian Viorel, Loránd SZABÓ " Integrated Starter-Generators For Automotive Applications, Siemens , Acta Electrotehnica", Transportation Systems, Vol.45, No.3, 2004, Erlangen, Germany.
- L. Zadeh. "Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes". IEEE Trans. Syst., Man, Cyben., Vol.3.pp.28-44, Jan. 1973.
- O. TUR, "Hibrit Elektrikli Araç Güç Sisteminin Simülasyonu", Master Thesis, Institute of Science and Technology, Istanbul Technical University, Istanbul 2004
- R. Yazdanpanah, A. Farrokh Payam "Direct Torque Control of An Induction Motor Drive Based on Input-Output Feedback Linearization Using Adaptive Backstepping Flux Observer", Proc. 2006 AIESP Conf., Madeira, Portugal.
- S. Sadeghi, J. Milimonfared, M. Mirsalim, M. Jalalifar "Dynamic Modeling and Simulation of a Switched Reluctance Motor in Electric Vehicle", in Proc., 2006 ICIEA Conf.