

Elektrisko mašīnu izpētes stends

Agris Treimanis, *Research Center of Liepaja Branch of Riga Technical University*

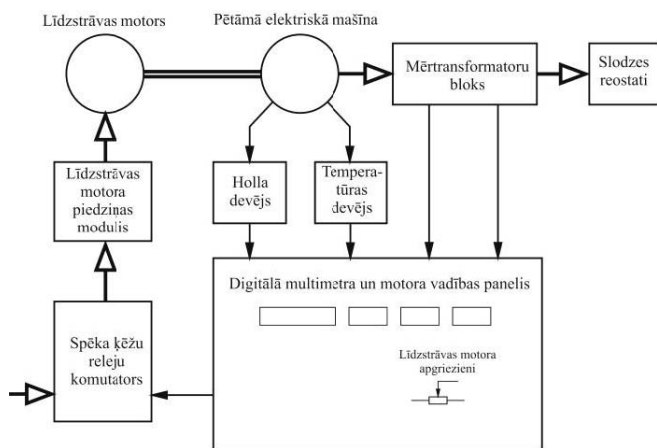
Kopsavilkums. Darbā aprakstīts elektrisko mašīnu izpētes stends, kas paredzēts mašīnu elektriskās daļas izpētei ģeneratora režīmā. Pētāmā mašīna tiek iegriezta ar 3,9kW līdzstrāvas motoru, kura apgriezieni tiek regulēti, izmantojot vadāmo taisngriezi. Stendā iebūvētais mērījumu panelis uzņem strāvas, sprieguma, frekvences un temperatūras mērījumus un to rezultātus izvada uz digitālajiem displejiem. Darbā aprakstītas galveno elektronisko mezglu principiālās shēmas.

Atslēgas vārdi: Vadāmais taisngriezis, frekvenču metrs, sprieguma-frekvences pārveidotājs, RMS detektors.

IEVADS

RTU LF Zinātniskajā centrā tika uzsākts pētījums, lai atklātu jauninājumus bezkolektora līdzstrāvas mašīnas uzbūvē. Šim nolūkam tika izgatavots elektrisko mašīnu izpētes stends. Izpētes stendam sākotnēji tika izvirzītas šādas prasības:

- jānodrošina pētāmās elektriskās mašīnas darbināšana ģeneratora režīmā, veicot tiešas nolases mērījumus apgriezienu frekvencei, izejas spriegumam, slodzes strāvai, tinuma virskārtas temperatūrai;
- jānodrošina elektriskās mašīnas slodze ar aktīvu slodzi.



1.att. Elektrisko mašīnu izpētes stenda blokshēma.

Izpētes stendam par pamatu kalpo speciāls divdaļīgs galds, kas izgatavots no 15mm laminētas skaidu plates. Vienā no galda daļām tika uzstādītas abas elektriskās mašīnas – līdzstrāvas motors $\Pi-41M$ un pētāmā mašīna, kā arī līdzstrāvas motora piedziņas ierīce – vienfāzes vadāmais taisngriezis. Otrajā galda daļā tika novietotas mērierīces un vadības komandaparāti.

Raksta autora uzdevums bija izstrādāt izpētes stenda elektrisko un elektronisko daļu, kura sastāv no šādiem moduļiem:

- līdzstrāvas motors;
- līdzstrāvas motora piedziņas modulis;
- mērtransformatoru bloks;

- digitālā multimetra un motora vadības panelis;
- spēka ķēžu releju komutators;
- slodzes reostati.

Elektriskās daļas blokshēma dota 1. attēlā.

I. LĪDZSTRĀVAS MOTORS

Pētāmās elektriskās mašīnas griešanai tika pielāgots kolektora līdzstrāvas dzinējs – bijušās PSRS ražojuma $\Pi-41M$ ar šādiem pasēs datiem:

• nominālā jauda	3,9kW
• nominālais spriegums	220V
• nominālā strāva	23,2A
• ierosmes veids	jaukta
• nominālā apgriezienu frekvence	1500 min ⁻¹
• svars	84kg

Pēc uzziņu literatūras [1] datiem, motoram $\Pi-41M$ tuvākais modelis ir $\Pi-42Y4$, kuram jauktas ierosmes režīmā lietderības koeficients ir 74%. Tas maz mainās apgriezienu frekvenču diapazonā no 1500 min⁻¹ līdz 3400 min⁻¹. Līdzstrāvas motors ir aprīkots gan ar paralēlās, gan ar virknes ierosmes tinumiem. Tāpēc šajā stendā tiek izmantota gan neatkarīgā ierosme, gan jauktā ierosme.

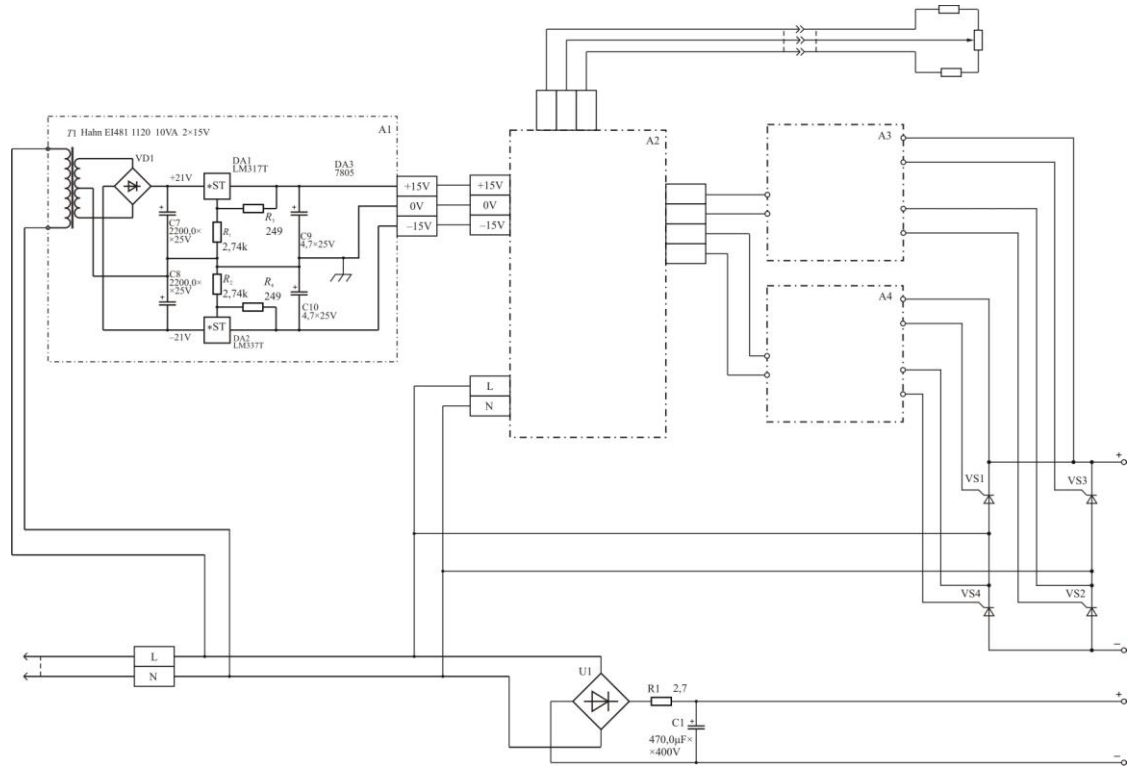
Neatkarīgā ierosme ļauj panākt stabilu dzinēja darbību pie zemākas apgriezienu frekvences. Savukārt jauktā ierosme ļauj vieglāk izdarīt motora patērētās jaudas mērījumus.

II. LĪDZSTRĀVAS MOTORA PIEDZIŅAS MODULIS

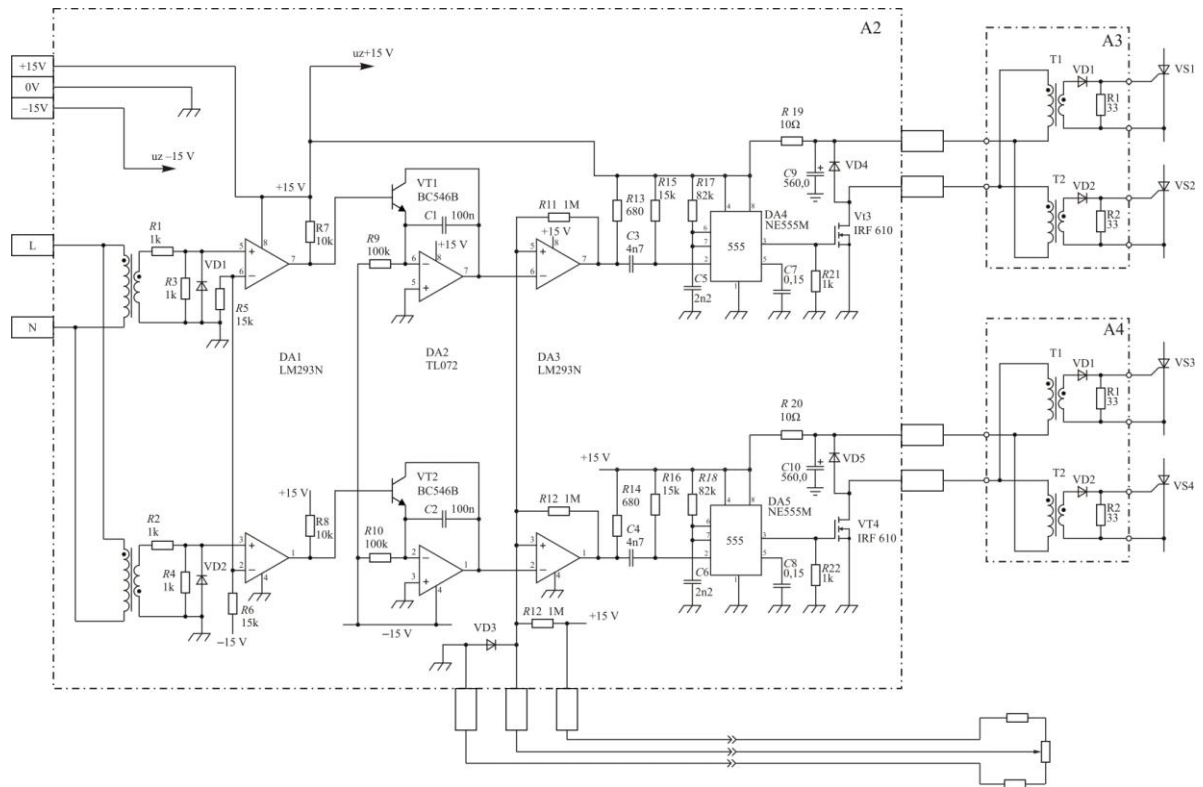
Līdzstrāvas motora piedziņas modulis pēc uzbūves ir vienfāzes vadāmais tilta taisngriezis, kura vadības bloks izstrādā vadības impulsus atkarībā no vadības līdzsprieguma tā ieejā. Vadības spriegums tiek padots caur kabeli no potenciometra, kurš ir iebūvēts digitālā multimetra un motora vadības (MUV) panelī. Līdzstrāvas motora piedziņas moduļa pilnā principiālā shēma dota 2. attēlā, bet vadības bloka principiālā shēma dota 3. attēlā.

Vadības platē A2 izmantota standarta analogā struktūra [2] – tās viens kanāls sastāv no palaišanas impulsa formētāja DA4, VT3, salīdzināšanas mezgla DA3, svešierosmes zāgsprieguma ģenerators DA2, VT1 un sinhronizācijas mezgla DA1. Impulsa formētāju signāli tiek padoti uz impulsu transformatoru platēm A3 un A4. Transformatori kalpo tiristoru VS1...VS4 galvaniskai izolācijai. Vadāmais taisngrieža izejā maksimālais spriegums ir pie 5V sprieguma ieejā, bet minimālais spriegums – pie 10V sprieguma ieejā.

Neatkarīgās ierosmes barošanas kanāls ir izpildīts ar tilta taisngriezi, kas tiek pievienots tieši pie 230 V tīkla sprieguma un kura izejā pievienota filtrējošā RC ķēde. Spriegums uz kondensatora pie slodzes ir ap 300V, tāpēc dotajam motoram paralēlās ierosmes gadījumā jālieto reostats ar vismaz 36Ω.



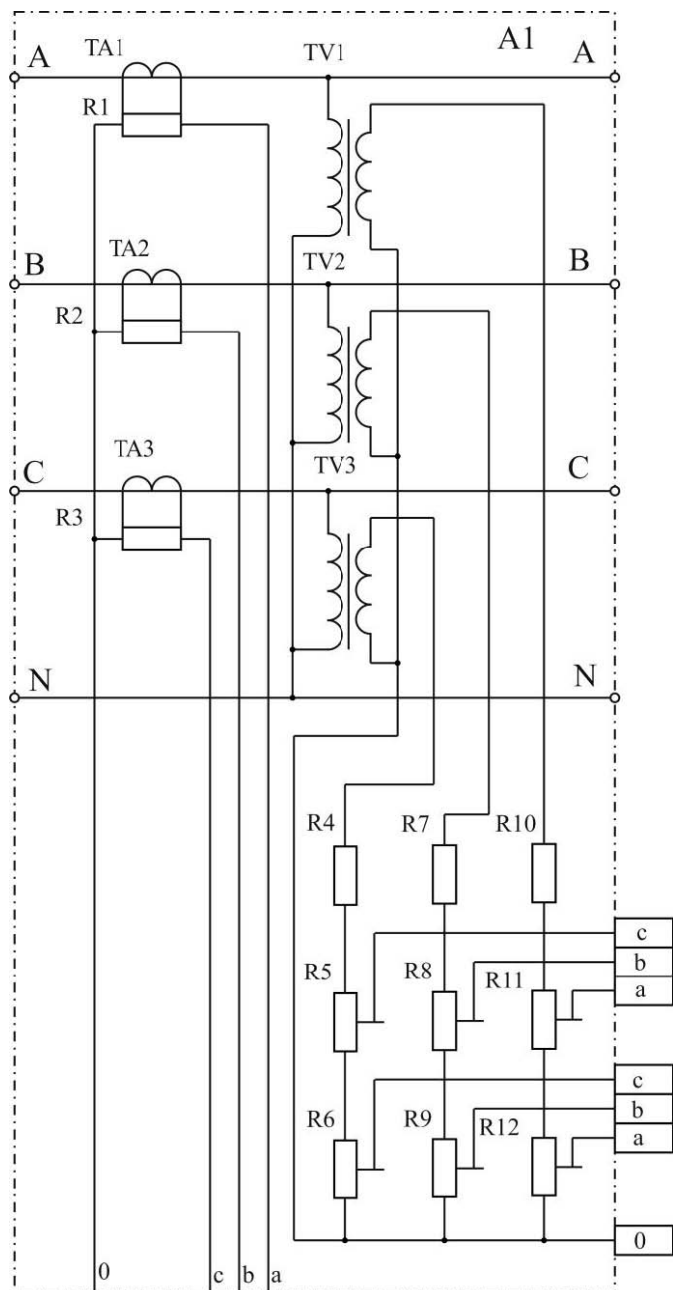
2.att. Līdzstrāvas motora piedziņas moduļa pilnā principiālā shēma.



3.att. Līdzstrāvas motora piedziņas moduļa vadības plates principiālā shēma (parādīti savienojumi ar transformatoru platēm).

III. MĒRTRANSFORMATORU BLOKS

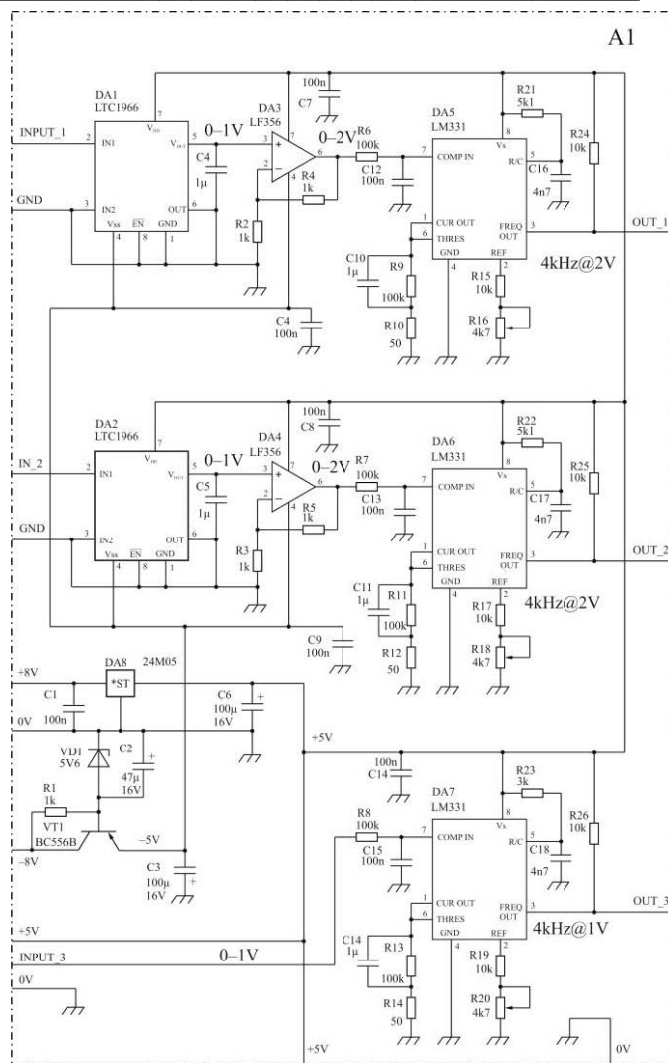
Mērtransformatoru bloks tika izveidots, lai izolētu spēka ķēdi no multimetra ieejas ķēdēm un lai pārveidotu mērāmo lielumu (maiņstrāvas un maiņsprieguma) mērogu. Tā principiālā shēma dota 4. attēlā.



4.att. Mērtransformatoru bloka nepilna principiālā shēma.

Strāvas mērīšanai ir izmantoti pieci toroidālas serdes strāvas transformatori: trīs no tiem mēra strāvu fāžu vadus, viens mēra nulles secības strāvu (trīsfāžu vektorialo summu), viens mēra strāvu neitrāles vadā. Pēdējie divi strāvas transformatori izrādījās maz noderīgi, tāpēc shēmā nav attēloti.

Primārais tinums sastāv no viena vijuma (vienu vijumu veido cauri serdei ejošs taisns vads bez apliekuma; viens apliekums ap serdi veido jau divus vijumus). Sekundārais tinums sastāv no 50 vijumiem, un tas ir slogots ar stieples rezistoru $0,51\Omega \pm 1\%$, 1W. Rezultātā iegūst pārvades attiecību 1V uz 100 A.



5.att. VAC konvertoru plates principiālā shēma.

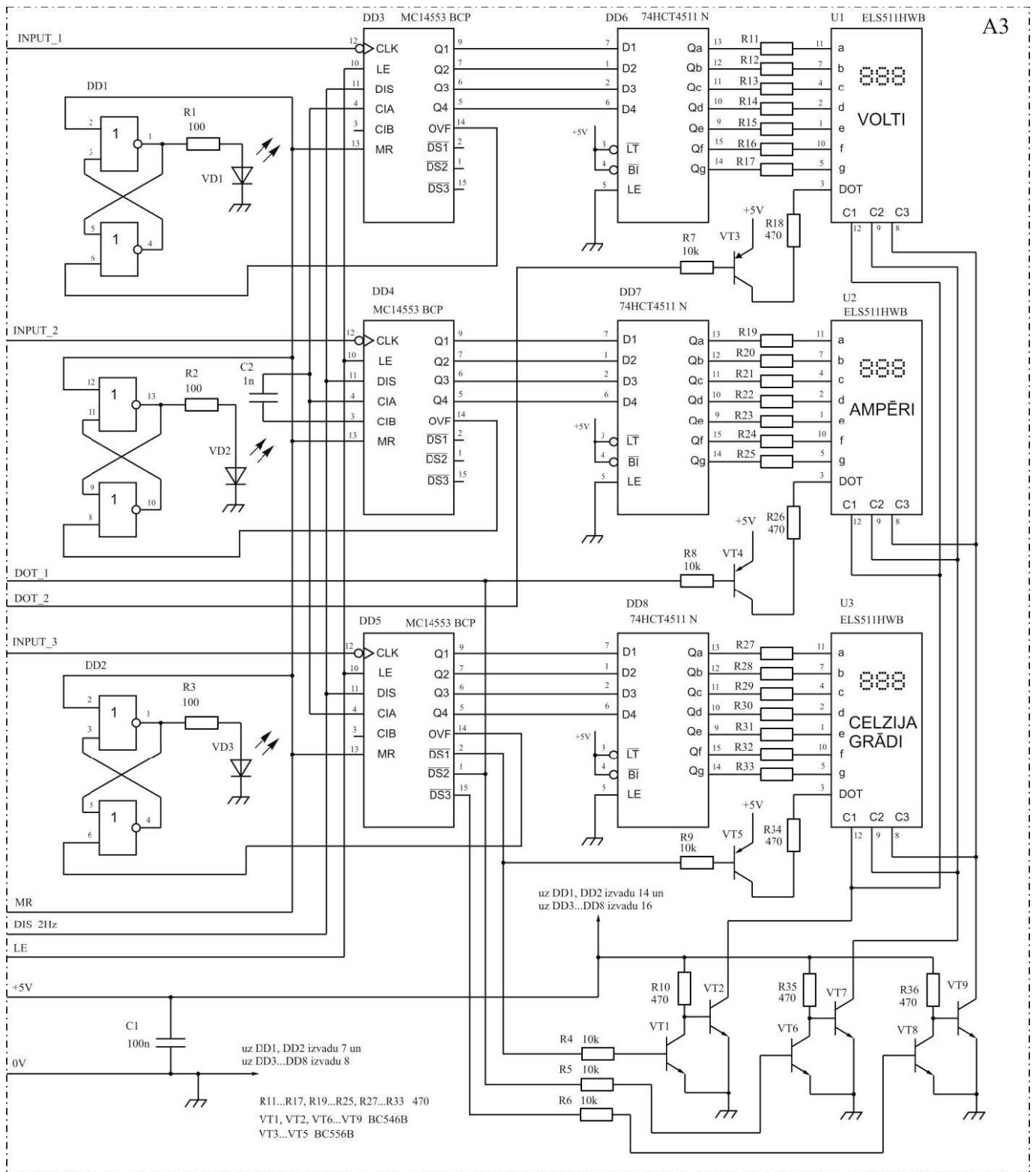
Sprieguma mērīšanai tiek izmantoti trīs 0,5VA barošanas transformatori ar nominālajiem tinumu spriegumiem 230V/9V. Tie mēra trīsfāžu spriegumus attiecībā pret neitrāli. Sprieguma transformatoru izejas spriegums tiek piedzīts ar regulējamu sprieguma dalītāju, kuram ir divas neatkarīgi regulējamas izeju grupas. Vienā izeju grupā (no R5, R8, R11) rezultējošais pārvades koeficients ir 1V uz 100 V, bet otrā grupā (no R6, R9, R12) – 1V uz 1000 V. Pie tam faktiskais maksimāli pieļaujamais ieejas spriegums ir ierobežots ar vērtību 230V.

IV. DIGITĀLĀ MULTIMETRA UN MOTORA VADĪBAS PANELIS

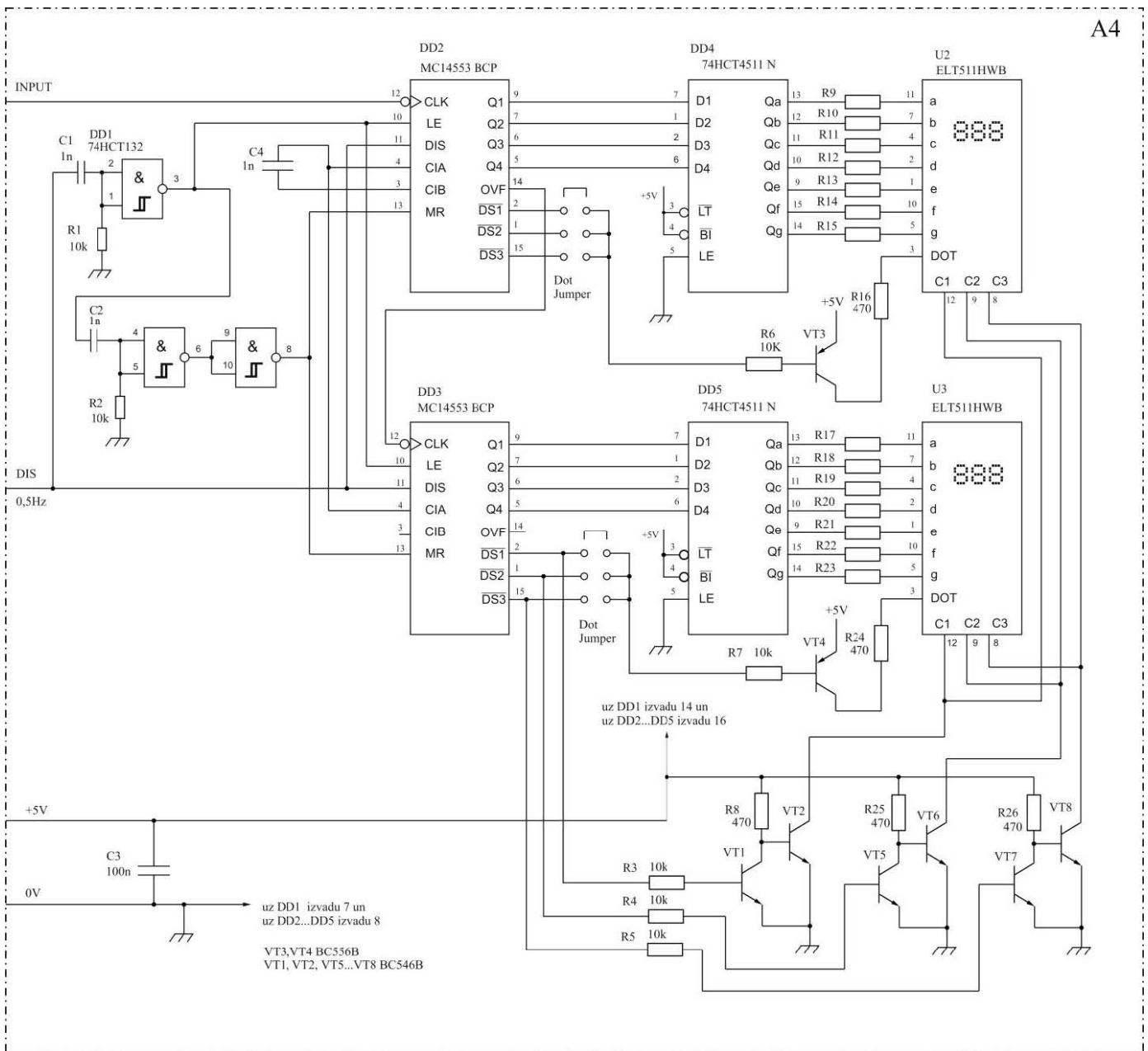
A. Ievads

Digitālā multimetra un motora vadības (MUV) panelis ir galvenais lietotāja „interfeiss”. Tas dod tiešu rādījumu četru mērāmo lielumu vērtībām: frekvencei, spriegumam, strāvai un temperatūrai. Tajā ietilpst motora vadības komandaparāti – slēdzis un maiņrezistors ātruma regulēšanai.

Displejam izmantoti sarkano gaismas diodu 7-segmentu displeji: frekvenčummetram lietots 6 ciparu displejs, pārējiem –



7. att. VAC displeju plates principiālā shēma.



8.att. Frekvenču mērītāja plates principiālā shēma.

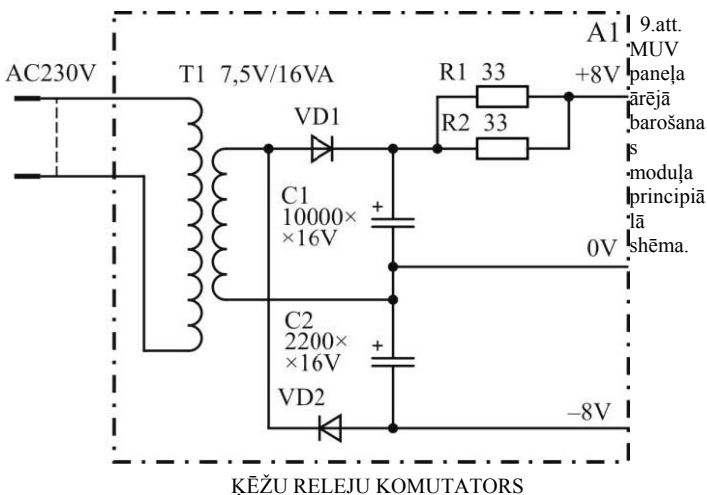
Spēka ķēžu releju komutators paredzēts, lai ieslēgtu un izslēgtu stenda līdzstrāvas motora, kā arī pētāmās elektriskās mašīnas spēka ķēdes. Tā galvenā ideja ir nodrošināt vadāmību no elektroniska vadības bloka, piemēram, datora. Lai tas būtu iespējams, spēka kontaktori, kuriem ir 24V līdzstrāvas spoles, ir aprīkoti ar spēka MOSFET. Rezultātā kontaktorus var vadīt ar TTL loģiskajiem līmeņiem. Par vadības signāla avotu kalpo mazgabarīta tumblers, kas atrodas digitālā multimetra un motora vadības (MUV) panelī.

VI. REOSTATU MODULIS

Reostatu modulis paredzēts pētāmās elektriskās mašīnas slodžošanai ģeneratora režīmā. Tajā izmanto 3 vienādus maināmos reostatus slēgtus zvaigznē ar pretestību 50Ω mazām slodzēm vai reostatus ar pretestību 11Ω lielām slodzēm.

VII. INTEGRĀLIE SENSORI

Magnētiskā lauka maiņas frekvences mērīšanai izmanto bi-



9.att. MUV panela ārējā barošanas moduļa principiālā shēma.

polāro Holla devēju TLE4935 2L. Tam ir binārā izeja ar vaļējā kolektora tranzistoru. Devējs kopā ar 3 palīgdetālām izvietots uz plates. Plati var novietot mašīnas magnētu tuvumā. Temperatūras sensori LM35DZ ģenerē spriegumu ar konstanti 10mV/°C.

LITERATŪRAS SARAKSTS

- [1] И. П. Копылов, Б. К. Клоков, Справочник по электрическим машинам Москва: Энергоатомиздат, 1988.
- [2] Ivars Raņķis, Inna Buņina (Rodionova), *Energoelektronika*, trešais atkārtotais izdevums. Rīga: RTU, 2007.
- [3] Electronics.alternatezone.com, "40MHz Frequency Counter Module" [online]. Available: <http://www.alternatezone.com/electronics/freq.htm> [Accessed: April 5, 2011].
- [4] Linear Technology „Precision Micropower $\Delta\Sigma$ RMS-to-DC Converter”

[online]. Available: <http://cds.linear.com/docs/Datasheet/1966fb.pdf> [Accessed: May 12, 2011].

- [5] National Semiconductor „LM231A/LM231/LM331A/LM331 Precision Voltage-to-Frequency Converters” [online]. Available: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm331.pdf> [Accessed: May 17, 2011].

Agris Treimanis, laboratory manager. He graduated from Riga Technical University in 2009 with bachelor degree in energetics and electrotechnics. In 2010 he defended engineering project in Computerised Control of Electrical Technologies.

From 2005 to 2011 he worked as Teacher and Technician in Technical school of Riga Technical University Liepaja branch (now Liepaja State technical school). From 2011 he works as Laboratory manager in Research center of Riga Technical University Liepaja branch. Research interests are connected with Power Electronics and Electrical Machinery.

agristreimanis@inbox.lv

Agris Treimanis. Research Bench for Electrical Machines

Research bench was developed for electrical machine tests basically in generator mode. It consists of two parts. The first part holds drive DC motor, resercheable machine and DC motor drive module, the second part describes measurement panel, voltage and current transformer block and load rheostats. While drive motor runs researchable machine, measurement panel displays the amounts of four physical values: voltage, current, frequency and temperature. Main developments within this bench are: DC motor drive, which is single phase controlled rectifier; frequency counter and frequency counter based RMS voltmeter. The IC MC14553BCP is used as 3 decade counter/driver/multiplexoreter which is the simplification key in frequency counter circuits. As RMS detector in the voltmeter IC LTC1966 is used giving low cost and high precision performance. Measurement transfromer block allows to measure voltage and current in three phases switching the phase selector.

Агрис Трейманис. Установка для исследования электрических машин

Установка в основном предназначена для исследования электрических машин в генераторном режиме. Оно состоит из двух частей. Первая часть содержит приводный двигатель постоянного тока, исследуемую машину и привод двигателя постоянного тока, вторая часть содержит измерительную панель, блок измерительных трансформаторов и реостаты нагрузки. Когда приводный двигатель вращает исследуемую машину, измерительная панель показывает значение четырех физических величин: напряжения, тока, частоты и температуры. Главные разработки в пределах этого проекта: привод двигателя постоянного тока, который по принципу есть однофазный управляемый выпрямитель; частотомер и среднеквадратичный вольтметр на базе частотомера. ИС MC14553BCP использована как трехдекадный счетчик/драйвер/мультиплексор, которая является главной причиной упрощения схемы частотомера. В роле среднеквадратичного преобразователя в вольтметрах используется ИС LTC1966, которая имеет низкую цену и высокую точность преобразования. Блок измерительных трансформаторов позволяет измерить напряжение и ток в трех фазах переключая селектор фаз.