MAGNĒTISKĀ PALAIDĒJA IETEKME UZ PĀRSPRIEGUMU IZCELSMI
EFFECTS OF MAGNETIC SWITCH ON THE ORIGIN OF OVERVOLTAGE

A. Grundulis, A. Galiņš
LLU Lauksaimniecības Enerģētikas institūts
Institute of Agricultural Energetics, LUA

Abstract: Construction and technical condition of the commutation device determines not only the quality and stability of swiching proceses but also have an essential influence on the commutation overvoltages of induction motors. Investigations prove that the same type of magnetic switch can have different commutation overvoltages as well as their distribution. One of the overvoltage sources in these devices is the working coil. It was discovered that the overvoltage appearing at the moment of switching off the device occasionally exceeded the amplitude value of the nets' voltage for 7-times. The presented oscillograms and histograms reflect the factors effecting the origin of overvoltages. These overvoltages create significant radio disturbances and, what is most important, can be the reason for isolation defects in motors. In order to decrease commutation voltages RC circuits can be succesfully used.
Keywords: commutation, overvoltage, distribution, magnetic switch.

1. Ievads

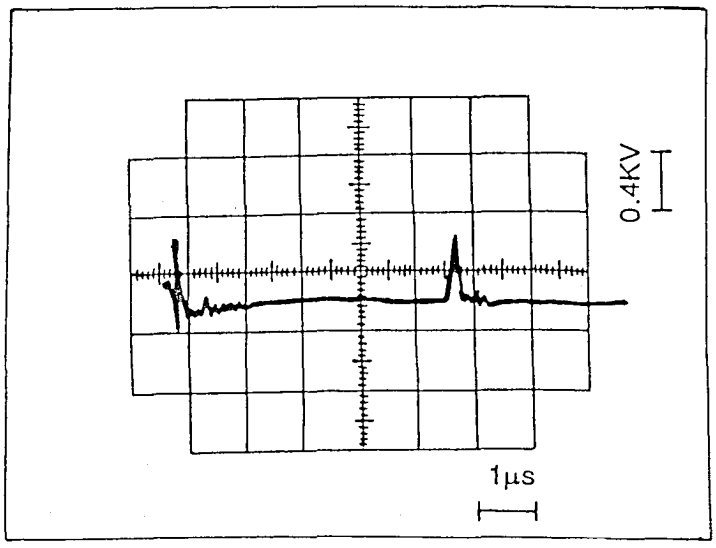
Viens no elementiem, kas ietekmē pārspriegumu rašanās iespējamību, ir komutācijas ierīce ar tā kontaktiem, kontaktu piedziņu, elektriskā loka dzēšanas sistēmu, multiplikatora mehānismu u. c. sastāvdaļām. Komutācijas aparāta mehāniskā konstrukcija parasti nosaka slēgšanās procesa kvalitāti un stabilitāti. Vērā ņemams pārsprieguma avots var būt arī magnētiskā palaidēja spolīte. To apstiprina praktiskie pētījumi.

2. Kontaktu fizikālās parādības

Tiešs metāliskais kontakts komutācijā veidojas reti (Л. А. Родштейн, 1989). Kontaktu virsmā vienmēr konstatējams zināms negludums. Bez tam, tās pārklātas ar oksīdu kārtiņu. Šīs kārtiņas biezums ir aptuveni 10^{-6} cm, tās īpatnējā pretestība r = 10^{5} Ω/cm (И. С. Таев, 1977). Šo apastākļu dēļ tiešs metāliskais kontakts komutācijā veidojas reti (Л. А. Родштейн, 1989). Tas izskaidrojams ar to, ka saslēgšanās brīdī metālu saskarsme notiek tikai tajās vietās, kurās tiek pārspiests oksīda pārklājums. Pārējā saskares virsmas daļā oksīda kārtiņu vietām caursit potenciālu starpība, kas ir starp kontaktiem saslēgšanās brīdī. Arī caursites vietās veidojas metāla pāreja, kas vada strāvu (Л. А. Родштейн, 1989). Oksīdu caursišanas vietas veidojas atkarībā no oksīda slāņa biezuma un veida. Caursišanas brīdī pretestība starp kontaktiem strauji samazinās (skat. 1. att.).

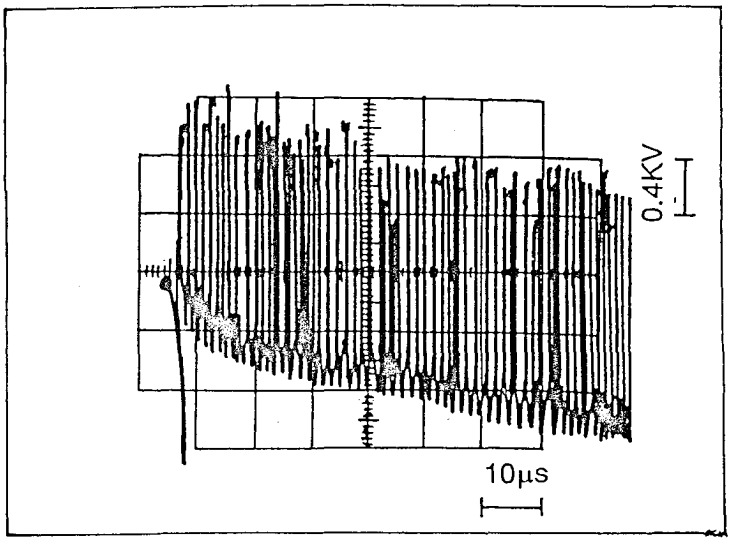
Bieži vien kontaktu nolietošanās pie to saslēgšanas pārsniedz kontaktu nolietošanos tos atslēdzot. Cēlonis tam ir kontaktu vibrācija saslēgšanās brīdī. Problēmas būtība ir sekojoša: kustīgie kontakti tuvojas nekustīgajiem ar noteiktu ātrumu. Savienošanās brīdī mehāniskā trieciena rezultātā abi kontakti - gan kustīgais, gan nekustīgais - elastīgi deformējas. Elastīgā deformācija kontaktu kustīgajai daļai rada pretsitienu. Kustīgie kontakti atlec no nekustīgajiem noteiktā attālumā, kas var sasniegt milimetra desmitdaļas. Kontaktu piespiedējatsperes iedarbības rezultātā šis process atkārtojas vairākkārtīgi, ar krītošu amplitūdu. Katrā kontaktu atlekšanas gadījumā rodas elektriskais loks, kas bojā

kontaktu virsmu (Л. А. Родштейн, 1989), notiek dzirksteļošana.



1. att. Pārejas process ieslēdzot aktīvu slodzi.
Fig. 1. Transition process for the switch-on .

Kontaktu materiāls ir pietiekoši elastīgs, tādēļ pat teorētiski nav iespējams izvairīties no kontaktu vibrācijas to saslēgšanas brīdī. Vibrāciju var vienīgi samazināt. Kontaktu vibrācija veicina ne tikai pašu kontaktu paātrinātu nolietošanos, bet arī komutācijas pārspriegumu rašanos. Tas uzskatāmi redzams oscilogrammā (skat. 2. att).



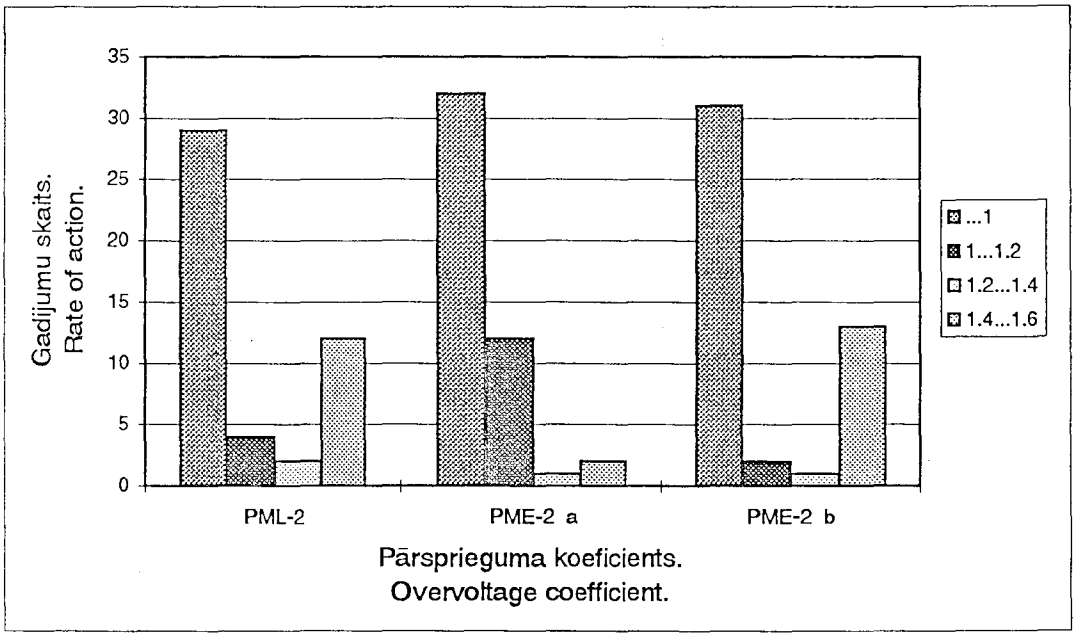
2. att. Elektriskās ķēdes saslēgšana ar kontaktu vibrāciju.
Fig. 2. Connection of electric circuit with the oscillation of contacts.

Kontaktu saslēgšanās notiek ar pārejas procesu, kurā kontakti vairākkārtīgi saskaras un pārtraucas, līdz pilnīgi sakļaujas. Bet katrs šis īslaicīgais pārtraukums ir saistīts ar loka iedegšanos un pārsprieguma impulsu ģenerāciju.

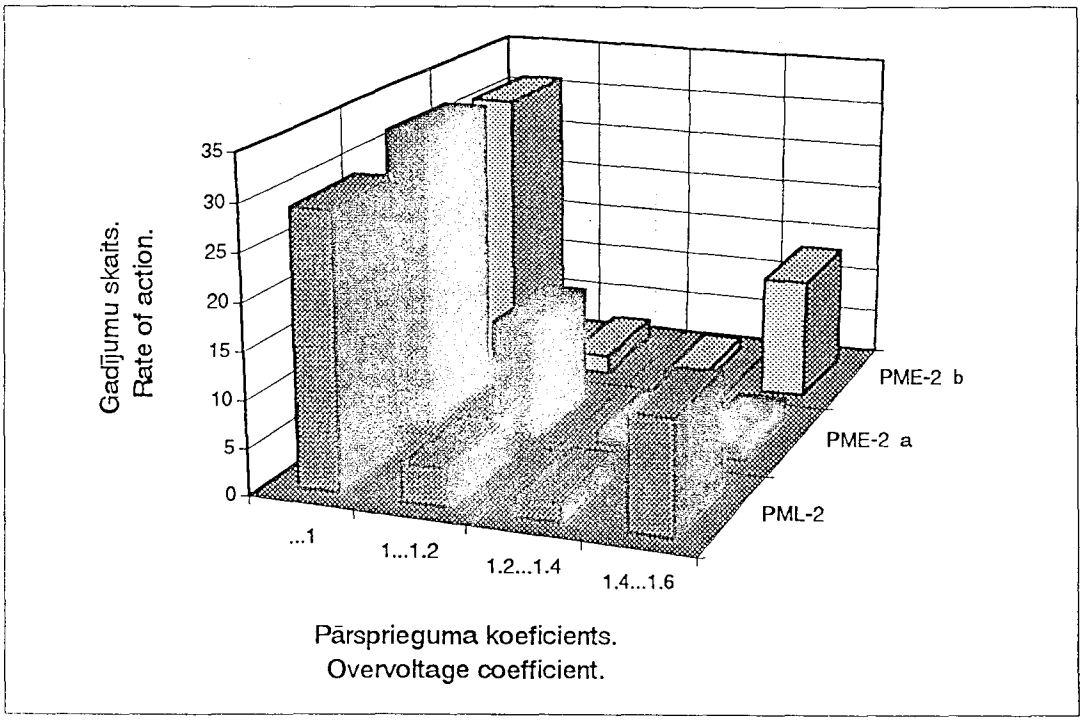
Elektrisko kontaktu novērtēšanai var lietot asinhronās mašīnas fizikālu modeli (nosprūdināts nelielas jaudas dzinējs).

3. Magnētiskā palaidēja ietekme uz pārspriegumu izcelsmi

Viens no pētījumiem tika veikts, lai pierādītu dažādu magnētisko palaidēju ietekmi uz pārsprieguma impulsu ģenerāciju. Pētot pārspriegumus shēmai, kurā par slodzi kalpoja elektrodzinējs AO51-6 2.8 KW, tika noskaidrots, pārsprieguma sadalījums dažādiem magnētiskajiem palaidējiem. Dati ir iegūti no



3. att. Pārsprieguma sadalījums dažādiem magnētiskajiem palaidējiem.
Fig. 3. Distribution of overvoltage for different magnetic switches.



4. att. Pārsprieguma sadalījuma salīdzinājums magnētiskajiem palaidējiem.
Fig. 4. Comparison of overvoltage distribution for magnetic switches.

trīs konkrētiem magnētiskajiem palaidējiem. Divi palaidēji bija PME tipa un viens - PML tipa. Pētījumu rezultāti apkopoti histogrammā (skat. 3. att.), kurā uzskatāmi parādīts, ka pat vienas un tās pašas markas un tipa magnētisko palaidēju ģenerēto impulsu sadalījums var būt ļoti atšķirīgs.

Salīdzinot PME-2 a un PME-2 b palaidēju histogrammas, redzams, ka PME-2 b palaidējam ir tendence ģenerēt pārspriegumus. Šo parādību izskaidro kontaktu virsmu oksidēšanās. Taču, kā jau iepriekš minēts, oksīda kārtiņa veicina dzirksteļošanu kontaktu saslēgšanās laikā, kas arī iespaido impulsu sadalījumu.

Apskatot PME-2 a palaidēja histogrammu, redzams, ka tas darbojas kvalitatīvāk nekā iepriekš apskatītais, jo pārspriegumu īpatsvars k = 1.4...1.6 ir būtiski mazāks, aptuveni 4.2 %. Magnētiskā palaidēja PML-2 ģenerētie pārspriegumi sevišķi neatšķiras no PME-2 b palaidēja pārspriegumiem.

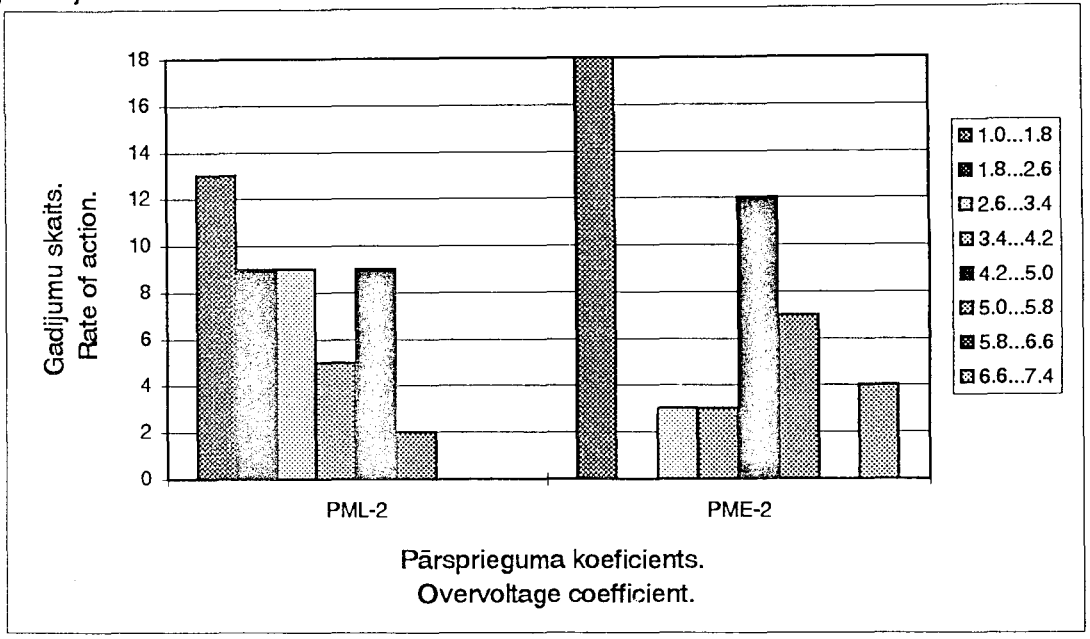
Savstarpējais konkrēto magnētisko palaidēju izraisītais pārspriegumu sadalījums attēlots telpiskajā histogrammā (skat. 4. att.), kur redzama ne tikai atšķirība starp vienas markas un gabarīta magnētisko palaidēju darbību, bet arī sekas, ko rada komutācijas kvalitātes pasliktināšanās.

4. Magnētiskā palaidēja spolītes pārspriegumi

Magnētiskā palaidēja spolīte arī ir ievērojams komutācijas pārsprieguma impulsu avots. Praktiski tā ir slodze ar samērā lielu induktivitāti, kas ir aptuveni 8 reizes lielāka nekā 180 W mazjaudas elektrodzinējam un 40 reizes lielāka nekā 3 KW dzinējam.

Eksperimentālie mērījumi tika veikti ar PML-2 un PME-2 magnētiskajiem palaidējiem. Tika izmantotas tikai 220 V spolītes. Pētāmās ķēdes komutēšanai tika lietota viena un tā pati vadības poga, pie tam, pie aktīvas slodzes šī poga darbojās ideāli un nekādus sprieguma lēcienus komutācijas laikā neradīja.

Pirmajā histogrammā redzamie pētījumu rezultāti (skat. 5. att.) iegūti, atslēdzot magnētiskā palaidēja PML-2 spolīti, pārspriegumam sasniedzot k = 5.0, bet, ieslēdzot ķēdi, vērā ņemami pārspriegumi nebija vērojami.



5. att. Komutācijas pārspriegumu sadalījums slēdzot magnētiskā palaidēja spolītes.
Fig. 5. Distribution of commutation overvoltage at the switching of the coils of magnetic switches.

Otrajā histogrammā (skat. 5. att.) ir apskatāms pārspriegumu sadalījums PME-2 magnētiskā palaidēja spolītei. Mērījumi parādīja, ka šim magnētiskajam palaidējam pārspriegumu spektrs ir ļoti plašs un maksimālā vērtība sasniedz pat k = 7.1 (2000 V).

Šo pārspriegumu vērtība ir pietiekami liela, lai caursistu elektrisko izolāciju. Mitras izolācijas gadījumā tas ir sevišķi aktuāli. Pie kam, magnētisko palaidēju pārspriegumi rada ievērojamus radiotraucējumus, kas būtiski iespaido dažādu elektronisko ierīču darbības stabilitāti. Tas jo īpaši attiecas uz elektroniskajām ierīcēm, kurām ir beztransformatora barošana.

No magnētiskā palaidēja spolītes pārspriegumiem var veiksmīgi atbrīvoties, paralēli spolītei pieslēdzot RC ķēdi. Pētījumi parādija, ka pārspriegums izzūd pilnīgi, ja paralēli PML-2 magnētiskā palaidēja spolītei pieslēdz RC ķēdi, kura sastāv no kondensatora ar kapacitāti C = 0.1 μF un rezistora R = = 200 Ω. Pieslēdzot šo pašu RC ķēdi paralēli palaidēja PME-2 spolītei, pārspriegums samazinājās līdz vērtībai k = 2.

5. Slēdziens

1. Magnētiskā palaidēja tehniskais stāvoklis būtiski ietekmē komutācijas pārspriegumu izcelsmi. Pārspriegumus iespējams samazināt, lietojot kvalitatīvus komutācijas aparātus, kuriem ir minimāla kontaktu vibrācija saslēgšanās laikā, un kontaktu virsmas nav apdegušas un oksidējušās.

2. Magnētiskā palaidēja spolīte var būt ievērojams pārsprieguma avots, kas rada radio traucējumus un apdraud vadības ķēdes elektrisko izolāciju. Spolītes pārspriegums sasniedza k = 7.1 (2000 V). No šiem pārspriegumiem var veiksmīgi atbrīvoties, pieslēdzot RC ķēdi.

Literatūra

1. Родштейн Л. А. (1989). Электрические аппараты. Л.: Энергоатомиздат. 302.
2. Таев И. С. (1977). Электрические аппараты. М.: Энергия. 268.