



Електротехнички факултет
Енергетски одсек
Катедра за енергетске претвараче и погоне

ИСПИТИВАЊЕ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИНА

1. Опште о испитивању електричних машина

Предавач:
доц. др Младен Терзић



1.1 Значај и потреба испитивања

- ▶ **Основна сврха испитивања** је добијање релевантних информација везаних за **вредности извесних величина, начине одвијања појава и својства производа** (ЕМ и ЕТ) и пратеће (уграђене) опреме.
- ▶ Информације које се добијају испитивањима важне су **у свим фазама животног века електричних машина**: идејно решење, пројектовање, развој, изградња, набавка, експлоатација и одржавање.
- ▶ Испитивања су битна за **произвођача, купца и корисника**



1.2 Важност испитивања за произвођача и купца

- ▶ **Циљ произвођача** је да направи **тржишно конкурентан уређај** и да **максимизира зараду**. Ово је повезано са економским параметрима и прописима као и додатним условима које дефинише корисник.
- ▶ **Произвођач кроз испитивања у току израде**, завршна испитивања, пријемна испитивања као и испитивања у току експлоатације добија неопходне информације којима **исправља недостатке у фази пројектовања**, технологији производње и конструкцији
- ▶ **Купац (корисник)** жели да **што повољније купи уређај** и да му по могућству **експлоатација буде што дужа** уз што дужи гарантни рок
- ▶ **Купац кроз примопредајна испитивања** проверава да ли уређај задовољава прописе и посебне услове дефинисане уговором
- ▶ **Корисник врши испитивања у току експлоатације** чиме утиче на **сигурност, поузданост, расположивост и економичност** рада уређаја



1.3 Потребна знања

- ▶ **Теорија** електричних машина и трансформатора,
- ▶ **Физичке величине** које се мере (ред величине),
- ▶ Одговарајући **стандарди и прописи**,
- ▶ Електротехнички **материјали**,
- ▶ **Машински елементи** у електричним машинама,
- ▶ Одговарајуће **мерне методе** (поступак, тачност),
- ▶ **Мерни инструменти и опрема** (руковање, читавање, управљање),
- ▶ **Опасност**, мере заштите на раду и пружање прве помоћи.



1.4 Врсте испитивања у односу на сврху

- ▶ **Контролна.** У производњи се спроводи ради одржавања грешки унутар унапред прописаних толеранција. У експлоатацији се врши ради планирања благовременог ремонта, поправки, реконструкција.
- ▶ **Развојно-истраживачка.** Испитивање у фази развоја и пројектовања на моделима, прототиповима или кроз FEM симулације (2D, 3D).
- ▶ **Типска.** На изабраном узорку из нове серије који се може бирати систематски, статистички или стохастички.
- ▶ **Серијска (рутинска).** Насваком комаду из серије ради поређења са резултатима типског. Према утврђеним прописима.
- ▶ **Примопредајна.** Уз присуство експерта, проверава се да ли машина задовољава стандардне и специјалне услове. Провера пројектне документације.
- ▶ **Специјална.** Преостали век трајања, након квара ради експертизе..



1.5 Врсте испитивања у односу на производ



1.6 Начин испитивања и обрада резултата

- ▶ Прегледавање
- ▶ Идентификација
- ▶ Проверавање својстава (издржљивости машине, материјала итд.)
- ▶ Мерење + обрада и приказ резултата
- ▶ Израчунавање (величина које не могу директно да се измере)
- ▶ **Обрада** обухвата прерачунавање резултата у релативне јединице ради поређења са номиналним (референтним) или гарантованим и израду званичних извештаја (исправа) о задовољавајућем квалитету. Овде спада и прорачун мерне несигурности (грешка мерења).
- ▶ **Инспекција** је независан орган који званично контролише ток и резултате испитивања (примопредајних код произвођача)
- ▶ **Експертиза (вештачење)** је делатност којом се утврђује чињенично сање које је претходило квару машине праћеном материјалном штетом



1.7 Званичне писане исправе

- ▶ **Извештај.** Садржи резултате испитивања уз обраду са или без оцене.
- ▶ **Записник.** Званична писана исправа која се издаје након примопредајних испитивања ради доказа правилности испитивања. Оверавају га све заинтересоване стране.
- ▶ **Сертификат.** Званична писана исправа произвођача или надлежне институције којом се оверава квалитет производа и испитивања у односу на важеће регулативе.
- ▶ **Атест.** Званична писана исправа произвођача или надлежне институције којом се оверава квалитет производа у односу на договорене услове који нису уопште или у довољној мери обухваћени регулативама.
- ▶ **Гаранција.** Званична исправа за производ којим се гарантују обавезе произвођача према купцу у случају сметњи у функцији приликом правилног коришћења производа у гарантном року.



1. 8 Основне подела испитивања ЕМ

▶ Испитивања ЕМ у односу на саму машину могу се поделити у три основне категорије:

I. Провера квалитета материјала и конструкционих појединости.

Овде спадају испитивања као што су: мерење отпора изолације, високонапонска испитивања, мерење отпора намота, контрола основних димензија, мерење буке и вибрација

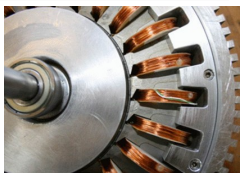
II. Одређивање степена искоришћења снаге (губитака)

Испитивања под директним оптерећењем или мерење појединачних губитака

III. Одређивање радних карактеристика

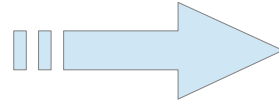
Испитивање директним оптерећењем или методом одвојених губитака

▶ **Важан задатак** теорије електричних машина је да на основу малог броја релативно простих стандардизованих испитивања омогући предвиђање понашања машина у разним условима рада



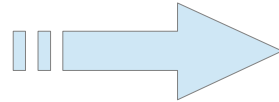
1.9 Основна мерења у току испитивања ЕМ

Мерење електричних величина



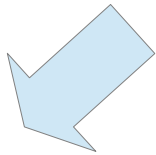
Напон, струја, снага,
фактор снаге, отпор изолације

Мерење неелектричних величина

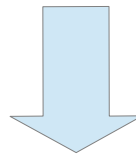


Температура, Момент, Брзина,
Бука и вибрације

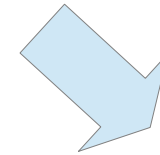
Степен искоришћења снаге



Директна метода



Метода рекулпериције

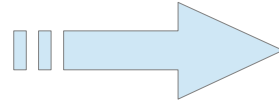


Метода одвојених губитака



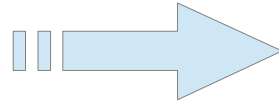
1.10 Мерни инструменти и сензори

Електричне величине



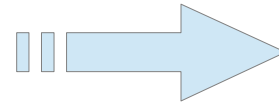
Волтметар, амперметар, ватметар
Мерни трансформатори

Температура



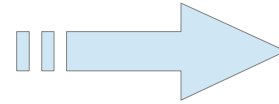
Термометри, термопарови,
отпорници (Pt100 сонда),
фибероптички сензори,
преко електричних величина

Брзина



Тахометри, тахогенератори,
стробоскоп, енкодери, резолвери

Момент



Кочнице и динамометри,
Торзиометри
Машине са познатим губицима



1.11 Испитивања конкретног типа машине

Енергетски трансформатори

Једносмерне машине

Синхроне машине

Асинхроне машине

Релуктантне машине

