

Disseny optimitzat de màquines elèctriques per a aplicacions a molt baixa velocitat i amb rang de velocitats molt ampli: transferència de tecnologia.

Ramon Bargalló Perpiñà, Juan Morón Romera

Departament d'Enginyeria Elèctrica. EUETIB. C/Urgell, 187 08036 Barcelona. 934137323
ramon.bargallo@upc.edu, juan.moron@upc.edu

Resum

Actualment moltes aplicacions exigeixen rangs de velocitats amplis i, a més, en els darrers anys s'han anat introduint normes i recomanacions que obliguen a obtenir una eficiència mínima en general funció de la potència útil. En aquest sentit hem anat treballant en les metodologies de disseny de màquines per a incloure aquest dos aspectes.

Paraules clau: Accionaments amb rangs de velocitat extensos, Aplicacions de baixa velocitat, Generadors de molt baixa velocitat.

Abstract

Today some Applications need an extended speed range and also the International Regulations includes some aspects about minimum efficiency as a function of rated power. Last year we are working in these aspects to include these restrictions on the design of electrical machines.

Keywords: Extended range drives, low speed drives, low speed generators.

1. Introducció

En general la màxima velocitat d'una màquina va lligada a dos paràmetres de la mateixa: el flux creat pels imants o pel conjunt de bobinats de la màquina i la relació d'inductàncies (també anomenada relació de saliència). A més aquests paràmetres són funció de la geometria de la màquina el que ens permet escollir quina és la millor opció en funció del rang de velocitats (i el cost màxim) de la nostra aplicació. La figura 1 reuneix les diferents famílies en funció d'aquests dos paràmetres.

En funció del rang desitjat podem escollir diferents configuracions entre màquines amb:

- Imants exteriors
- Imants interiors
- Imants interiors + barreres de flux
- Reluctància pura

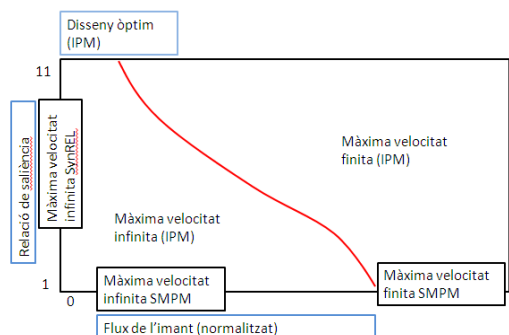


Figura 1. Rang de velocitats d'un accionament com a funció del flux i la relació de saliència

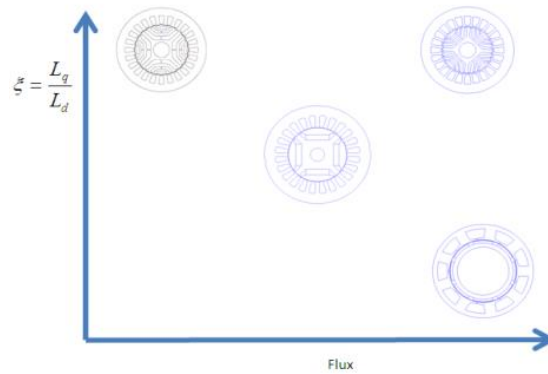


Figura 2. Tipologia adient de màquina en funció del flux i la relació de saliència

El darrer any i per encàrrec d'una empresa s'han desenvolupat diferents tipologies de màquina:

- Màquina síncrona de reluctància amb un rang de velocitats molt extens (60....15000 rpm) per a una aplicació de màquina de rentar.
- Generador per a una turbina eòlica de molt baixa velocitat (20...200 rpm)
- Altres tipologies en estudi: màquines síncrones de reluctància recolzades amb imants permanents; màquines síncrones amb imants amb engegada directa a la xarxa, etc.

Actualment les dues primeres màquines es troben en procés de construcció d'un prototipus funcional. La màquina síncrona de reluctància presenta les següents característiques:

- Debanat de tipus concentrat (mireu la figura 3a i 3b per a veure les diferències entre debanat distribuït i concentrat) que presenta menys pèrdues que el de tipus distribuït. 9 ranures.
- Rotor amb barreres de flux optimitzades. 6 pols.
- Control optimitzat per al rang de velocitats demanat (modes I, II i III ja que es tracta d'un accionament amb una velocitat màxima de treball infinita – aquest es un valor teòric, òbviament) (Figures 5, 6 i 7)



Figura 3. a. Bobinat Distribuït; b. Bobinat concentrat.

A la figura 4 podeu veure una de les planxes del prototipus desenvolupat.



Figura 4. Prototipus motor de reluctància.

Taula 1. Dades del motor de reluctància desenvolupat.

	Rentat	Centrifugat
Parell (Nm)	2.9	0.41
Velocitat (rpm)	600	16000
Eficiència (%)	75.0	92.1
Tensió (V)	28	207
Corrent (A)	3.5	2.1
Potència (W)	184	704
Escalfament (°C) (S1)	70	

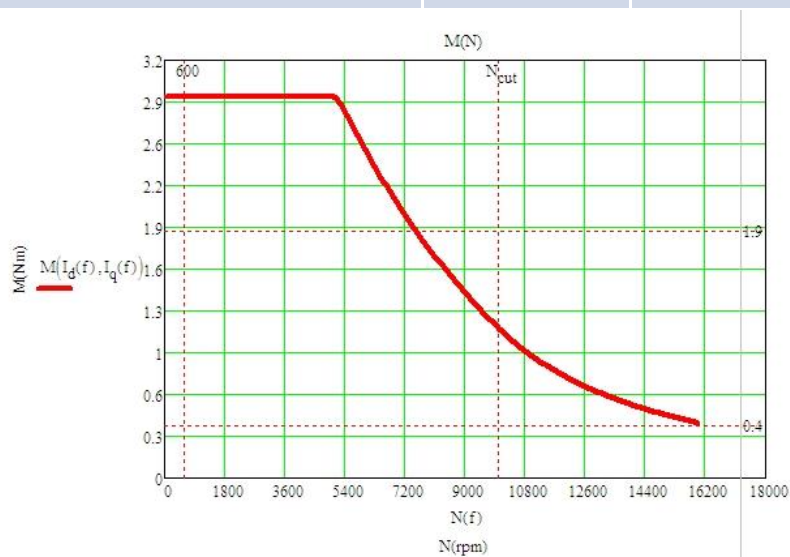


Figura 5. Característica Parell-velocitat.

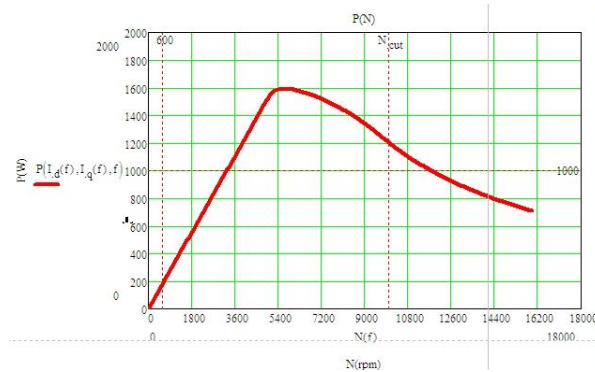


Figura 6. Característica Potència-velocitat.

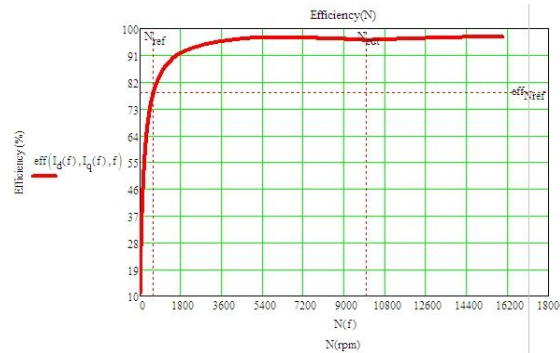


Figura 7. Característica Eficiència-velocitat.

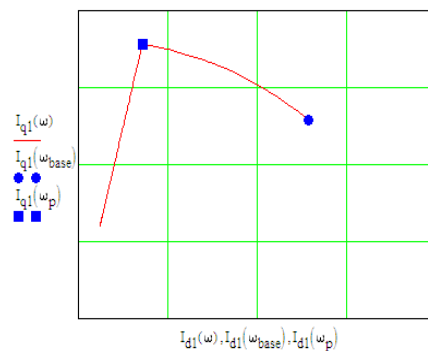


Figura 8. Característica de control en el pla Id-Iq.

Aquesta màquina i la seva aplicació han generat una possibilitat de patent que s'està estudiant en l'empresa que encarrega el treball.

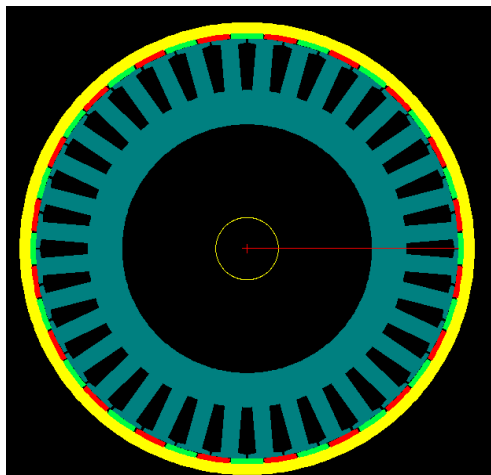
La segona aplicació, el generador de molt baixa velocitat, actualment està en procés de disseny. L'encàrrec es força engrescador: es tracta d'un micro-generador accionat per una turbina d'eix vertical, muntada sobre una lluminària; en la mateixa lluminària es troba un panel fotovoltaic i en la base un sistema de gestió de càrrega i les bateries d'emmagatzematge d'energia. Les bateries es carreguen a partir de l'energia generada pels panels i quan fa vent (dia i nit!) per l'energia generada per la turbina. Les característiques principals són les següents:

- Velocitat de funcionament per a vents d'uns 2 m/s i fins a 14..15 m/s (entre 20 i 200 rpm) (màxim de 300 rpm)
- Tensió de sortida màxima inferior a 100 V
- Tensió de sortida mínima 8 V
- Potència de sortida màxima 500 W.

En aquest cas la solució adoptada es la d'un generador amb rotor exterior amb 36 ranures i 40 pols. Possiblement el muntatge es farà emprant dents desmuntables amb la finalitat d'emplenar mes les ranures i aconseguir un muntatge mes compacte. L'eficiència estimada del disseny es de l'ordre del 87..89 % (a 200 rpm)



Figura 9. Microturbina d'eix vertical amb el generador i el panell fotovoltaic instal·lat.



. Figura 10. Generador amb rotor exterior. 36 ranures i 40 pols.



. Figura 11. Dents desmuntables. Es bobinen separatament cada una de les dents i després s'assembla el conjunt. En aquest cas son dents per a muntatge amb rotor interior.

Agraïments

Per motius de confidencialitat no es possible agrair amb nom i cognoms a les persones i empreses que han permès endegar aquest treball.