

Rancang bangun generator sinkron tiga fasa fluks aksial rotor belitan = Design of three phase axial flux wound rotor synchronous generator

Abdul Multi, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20390522&lokasi=lokal>

Abstrak

Pada penelitian ini dilakukan rancang bangun generator sinkron fluks aksial rotor belitan (AFWR) tiga fasa dengan pengaturan arus eksitasi. Generator yang dirancang mempunyai kapasitas skala kecil dengan tegangan, daya dan kecepatan masing-masing 380 V, 1 kW dan 750 rpm. Stator dan rotornya terbuat dari inti besi laminasi yang mempunyai alur. Generator ini mempunyai satu stator dua sisi alur yang dililit yang diletakkan diantara rotor ganda. Mesin fluks aksial pada umumnya menggunakan magnet permanen yang terpasang pada rotor. Penggantian magnet permanen dengan belitan yang terletak pada rotor akan menjadikan fluksnya dapat diatur dengan mengatur arus yang melalui kumparan medan.

Pada prinsipnya perancangan elektromagnetik dan mekanik mesin fluks aksial rotor belitan hampir sama dengan mesin fluks radial. Mesin yang satu berbentuk piringan dan lainnya berbentuk silinder. Mesin fluks aksial mempunyai keuntungan-keuntungan dibandingkan dengan mesin fluks radial.

Perancangan generator sinkron ini dimulai dengan menentukan spesifikasi dari mesin. Untuk selanjutnya dilakukan pemilihan bahan dan pemilihan parameter disain. Sebelum proses perancangan terhadap rangkaian listrik, rangkaian magnetik dan mekanik dilakukan, terlebih dahulu diasumsikan parameter optimisasi terkait dengan spesifikasi mesin. Perancangan dihitung dengan perangkat lunak Matlab dan digambar dengan SolidWorks.

Pada akhir dari proses perancangan ini diharapkan performansi mesin terpenuhi. Bila performansinya belum terpenuhi, maka proses perancangan perlu diulangi dengan mengubah parameter optimisasi. Bila performansi telah terpenuhi, maka lembar data perancangan dapat dicetak. Proses optimisasi dalam perancangan mesin bertujuan agar diperoleh efisiensi yang lebih tinggi dengan berpatokan pada daya output yang telah ditentukan sebelumnya.

Dalam perancangan generator AFWR, efisiensi dapat dioptimalkan dengan mengubah parameter optimisasi seperti celah udara, tegangan eksitasi, jumlah lilitan stator per fasa dan diameter konduktor stator. Sedangkan dalam prakteknya parameter optimisasi yang dapat diubah adalah celah udara dan tegangan eksitasi. Dengan melakukan optimisasi diperoleh solusi terbaik pada celah udara 0,5 mm dan tegangan eksitasi 10 V dengan efisiensi 85%. Mesin sinkron AFWR tiga fasa ini mempunyai efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan mesin jenis lainnya yang mempunyai daya output 1 kW.

Jumlah konduktor per alur pada stator dan rotor dijadikan patokan untuk dilakukan penggulangan. Perubahan jumlah lilitan dan diameter konduktor masih memenuhi persyaratan untuk faktor pengisian alur. Dari beberapa jenis pengujian menunjukkan bahwa perancangan generator ini telah sesuai dengan

parameter-parameternya. Hasil pengujian hambatan kumparan pada satu sisi alur stator diperoleh gambar ketiga gelombang tegangan kumparan fasa tersebut berimpit. Hal ini menunjukkan keseimbangan hambatan antara ketiga kumparan stator.

Pada pengujian perubahan celah udara diperoleh bahwa semakin besar celah udara, maka semakin besar tegangan eksitasi yang dibutuhkan, untuk menghasilkan tegangan terminal 380 V pada beban nol dengan celah udara 0,3 mm, 0,5 mm dan 0,7 mm diperlukan tegangan eksitasi masing-masing 5,5 V, 5,61 V dan 6,94 V.

Berdasarkan hasil pengujian berbeban, diperoleh celah udara yang optimal adalah 0,5 mm. Efisiensi generator sinkron AFWR dari hasil pengujian pada celah udara 0,5 mm diperoleh 61,61 % pada beban penuh dengan tegangan eksitasi 10,85 V. Efisiensi yang rendah tersebut disebabkan oleh tiga faktor: hambatan kumparan stator dan arus eksitasi yang tinggi, laminasi inti besi yang tidak terisolasi dengan cukup baik dan ketidakrataan celah udara.

<hr>

The generator designed in this research is three phase axial flux wound rotor (AFWR) synchronous generator with controlling the field current. It is small-scale capacity with terminal voltage, power and speed are 380V, 1 kW and 750 rpm respectively. The stator and the rotor are made from slotted lamination core. The generator has a single double-sided slotted wound stator sandwiched between twin rotor. The axial flux machine generally uses permanent magnets mounted on the rotor. Replacing the permanent magnet with a winding in the rotor, makes it possible to control the flux by varying the current flowing into the field winding.

In principle, the electromagnetic design of AFPM machines is similar to its radial flux PM (RFPM) counterparts with cylindrical rotors. One of the machines is a disc-type machine and the other is cylindrical-type machine. The axial flux (AF) machines have a number of distinct advantages over radial flux machines (RFM).

The design of synchronous generator is started with determining the specifications of the machine, then selecting materials and assigning design parameters. Before processing the design of the electrical circuit, the magnetic circuit and the mechanics, it is first assumed the parameter optimizations associated with the specification of the machine. The design is calculated by Matlab program and drawn by Solidwork software.

It is expected at the end of the design process, the performance of the machine meets the requirements. If the performance has not met yet, then the design process should be repeated by changing optimization parameters. If the performance has been met, the design data sheet can be printed. The process of optimization in the design of the machine aims to obtain higher efficiency with power output fixed previously.

In the design of AFWR generator, the efficiency can be optimized by changing optimization parameters such as air gap, excitation voltage, number of stator turns per phase and stator conductor diameter. While in practice, parameters which can be varied are the air gap and the excitation voltage. Varying the parameter

optimization, it results the best solution in the air gap and the excitation voltage of 0,5 mm and 10 V respectively with the efficiency of 85%. Three phase AFWR synchronous machine has higher efficiency than the other machine types having the output power of 1 kW.

The number of conductors per slot in the stator and the rotor becomes a reference for winding. The change of the number of turns and conductor diameter still meets the requirement for slot fill factor. From some type of tests, they show that the generator design matches their parameters. The result of winding resistance test in one side of stator slot shows the three waves of phase winding voltage coincide with each other. It shows that the resistance of the three stator windings are balanced.

In the test of air gap changes, it is obtained that the wider the air gap, the higher the excitation voltage is needed. In order for the terminal voltage to be 380 V in the air gap of 0,3 mm, 0,5 mm and 0,7 mm, the excitation voltage supplied to the rotor must be 5,5 V, 5,61 V and 6,94 V respectively.

According to the load test, the optimal air gap is 0,5 mm. From the result of test, the efficiency of AFWR synchronous generator at the air gap of 0,5mm is 61,61 % at full load with the excitation voltage of 10,85 V. This low efficiency of the machine is caused by three factors: the high stator winding resistance and field current, inadequately isolated core laminations and the nonuniform air gap.