

# MOOG

**Unità Rotostatoriche Alta Frequenza**

*High Frequency Rotor/Stator Units*

CARATTERISTICHE GENERALI - *GENERAL CHARACTERISTICS*



# Unità Rotostatoriche Alta Frequenza

## High Frequency Rotor/Stator Units

### Introduzione

Le unità rotostatoriche a alta frequenza sono progettate e costruite in modo da poter essere integrate negli elettromandri per fresatura, rettifica, foratura ecc., fabbricati dai nostri Clienti. Disponibili in un'ampia gamma, sono caratterizzate da elevatissima potenza specifica, eccezionale affidabilità, ottima resistenza alle alte velocità, ai sovraccarichi e agli ambienti ostili. Le schede tecniche allegate forniscono, nel dettaglio, le caratteristiche elettriche e meccaniche dei nostri prodotti, permettendo una razionale scelta delle unità.

### Caratteristiche generali

Dal punto di vista dell'applicazione e delle specifiche caratteristiche le unità possono essere suddivise in due categorie principali: unità per rettifica e unità per fresatura.

### Unità rotostatoriche per rettifica

Identificate come versione GHD, lavorano in un esteso campo di funzionamento a coppia costante, fino a un elevatissimo numero di giri, grazie all'impiego di lamierini magnetici dello spessore di 0,18 mm a bassissime perdite e, per particolari potenze specifiche, barre rotoriche in argento. Le testate dei rotor sono realizzate in speciali leghe di rame e la struttura, basata su lavorazioni meccaniche di alta precisione, è rinforzata da una seconda testata in acciaio. Queste unità possono raggiungere velocità fino a 260.000 r/min con velocità periferiche del rotore fino a 250 m/sec; gli statori, incapsulati con processo centrifugo, sono avvolti a 2 o 4 poli in una gamma di diametri da 52 mm a 125 mm.

### Unità rotostatoriche per fresatura

Identificate come versione D lavorano, tipicamente, in coppia costante fino al ginocchio di potenza (velocità nominale) e quindi potenza costante fino alla velocità massima. Le unità, realizzate con lamierini a basse perdite e materiali accuratamente selezionati, rispondono alle caratteristiche richieste dall'applicazione, ovvero alta sovraccaricabilità fino alla velocità nominale in operazioni di sgrossatura e potenza costante, in zona d'indebolimento del campo, per le applicazioni di finitura a alta velocità. Possono raggiungere velocità di oltre 50.000 r/min con velocità periferiche del rotore fino a 170 m/sec; gli statori, incapsulati con processo centrifugo, sono avvolti a 2, 4 o 6 poli in una gamma di diametri da 90 mm a 270 mm.

### Introduction

*Our high frequency rotor/stator units are designed and manufactured in such a way as to provide the most flexible approach to providing a high speed electric spindle motor for our clients who integrate them into their specialist grinding, milling, drilling and router machines.*

*The entire H.F. family delivers the highest available specific motor power / exceptional reliability package together with tolerance to high speeds, overloads and hostile environments.*

*The annexed data sheets provide the electrical and mechanical characteristics of our products thus facilitating a rational choice of each unit.*

### General features

*From the point of view of the application and its particular features, the units can be divided in two main types: rotor/stator units for grinding and rotor/stator units for milling.*

### Rotor/stator units for grinding

*Version GHD. These units deliver constant torque for a wide range of speeds (up to very high maximum speed values) by using very low loss laminations (thickness of 0,18 mm). The rotor squirrel cage is manufactured from copper bars, but when a particularly high specific power value is requested, silver bars are utilised.*

*Squirrel cage end rings are manufactured from special copper alloys and the rotor structure is also reinforced by a second couple of steel end rings. Each single component is obtained by following high precision machining cycles and quality tests.*

*These units can reach absolute speeds up to 260,000 rpm with peripheral velocity of 250 m/s. Stators (encapsulated by a special centrifugal process) are wound for 2 and 4 poles with external diameters in the range 52 – 125 mm.*

### Rotor/stator units for milling

*Version D. These units deliver constant torque up to the so-called "power knee" (corresponding to the nominal value of speed) and, after this step, they supply constant power up to the maximum speed. Manufactured by using low losses lamination and carefully selected materials, the units match the typical requirements of milling: high possibility of overload up to the nominal speed for rough machining and then constant power, up to maximum speed, for finishing. These units can reach speeds of more than 50,000 rpm with rotor peripheral velocity up to 170 m/s. Stators (encapsulated by a special centrifugal process) are wound for 2,4 and 6 poles with external diameters in the range 90 – 270 mm.*

# La Progettazione

Il progetto di tutte le nostre configurazioni elettromagnetiche è eseguito dal nostro reparto Ricerca & Sviluppo, presso lo stabilimento di Casella, con i più avanzati strumenti di calcolo e di simulazione, supportati da un'esperienza ultratrentennale.

## Progettazione elettromagnetica

Ogni progetto è ottimizzato con un "Programma di calcolo elettromagnetico agli elementi finiti" che permette di ottimizzare le caratteristiche elettromagnetiche in tutte le condizioni reali di funzionamento; la figura 1 mostra la distribuzione del flusso all'interno dell'insieme statore/rotore. Un secondo programma, completato internamente, permette di valutare le prestazioni del motore in termini di tensione, potenza, corrente, giri, sovraccaricabilità, perdite ecc. calcolando inoltre tutte le grandezze del circuito equivalente per la corretta impostazione dei parametri necessari agli azionamenti a controllo vettoriale.

## Progettazione meccanica

Il "Programma di calcolo meccanico agli elementi finiti" consente di calcolare con precisione la sollecitazione meccanica del lamierino rotore per effetto della forza centrifuga e dell'interferenza rotore / albero; la fig. 2 evidenzia la distribuzione delle sollecitazioni all'interno del rotore. Completano la progettazione meccanica il "Programma di calcolo dell'interferenza minima necessaria di calettamento rotore albero" e il "Programma di calcolo della frequenza critica flessionale della linea d'asse rotore/albero mandrino".

## Caratterizzazione

Tutti i Programmi di calcolo indicati sono stati affinati attraverso continue prove di validazione, effettuate sia al nostro interno sia con i Clienti nella configurazione finale dell'elettromandrino. Ogni famiglia d'unità rotostatoriche è qualificata da severi test nel nostro laboratorio prove che dispone, fra gli altri, di un banco da 30kW a 30.000 r/min, particolarmente adatto per prove a carico su elettromandri.

I dati forniti nei nostri cataloghi sono, quindi, diretta conseguenza delle caratterizzazioni potenza/velocità eseguite nel nostro laboratorio.

# Product Design

*The design of all our electromagnetic configurations is the result of the extensive experience of the Vickers Casella Research & Development department that was established in the 1960's. Our designs have been refined and improved over the years by our continued use of the most advanced calculation and simulation computer based software tools.*

## Electromagnetic design

*A "Finite Element Program" optimises the electromagnetic characteristics in accordance with real-world working conditions; fig. 1 shows the internal distribution of the flux within the system stator/rotor.*

*Another software tool developed by Casella, evaluates the performances of the motor in terms of voltage, power, current, speed, overloads, losses etc. also calculating all the parameters of the equivalent circuit and fundamental input data for vectorial control drives.*

## Mechanic design

*The "Finite Element Program" allows the precise evaluation of both the mechanic stresses, caused by centrifugal forces in the rotor laminations, and of the correct interference fit for the rotor and shaft sub-assemblies; fig. 2 shows the internal distribution of stresses in the rotor. By using the results from the program that calculates the minimum value of the necessary interference for the rotor and shaft assembly and those from the program that calculates the spindle's axis line critical bending frequency, we can complete the mechanical design.*

## Evaluation testing

*All the above mentioned calculation programs are continuously updated and improved as a result of continuous product evaluation and testing, from both our Test Department and feedback from our Clients' who carry out the final configuration of the electric spindle.*

*Each rotor/stator unit family has to pass extensive test regimes in our laboratory on dedicated test benches. In particular, we have a 30 kW – 30,000 rpm test bench which is dedicated to load testing of electric spindles. Consequently, all the data stated in our catalogues can be verified by correlation with data from the above mentioned sources.*

Banco prova 30 kW  
a 30.000 r/min

Test bench 30 kW  
at 30,000 rpm

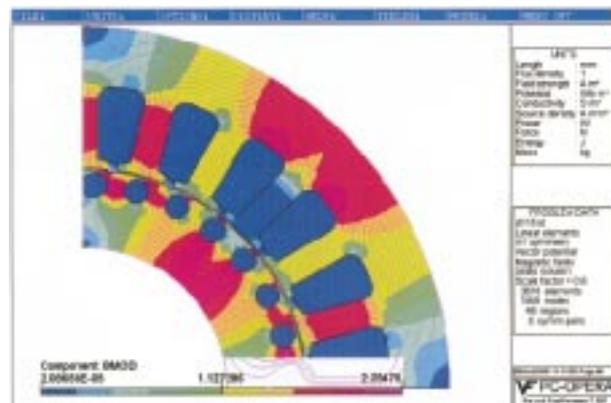


# I Prodotti

Le unità rotostatoriche sono tutte progettate e fabbricate presso lo stabilimento di Casella; gli stampi di tranciatura dei lamierini, eseguiti a nostro disegno, sono interamente di nostra proprietà.

## Gli Statori

Il pacco di lamierino è assemblato con un procedimento di saldatura denominato TIG (Tungsten Inert Gas). L'avvolgimento standard, in classe F, presenta una protezione termica tripla tramite PTC a 100° o 130°C e cavi potenza, in uscita, ultraflessibili, lunghi 400 mm. Su richiesta sono disponibili altri tipi di protezioni termiche e cavi di collegamento di lunghezza maggiore di 400 mm. Molti tra i materiali isolanti sono in classe d'isolamento superiore per assicurare la massima affidabilità nel tempo e sono, comunque, previste esecuzioni speciali su richiesta dei Clienti. Gli statori vengono incapsulati in resina epossidica trasparente, con un esclusivo processo di impregnazione centrifuga, sviluppato e messo a punto a Casella, che forza la resina a riempire tutti gli interstizi siti nell'avvolgimento, migliorando l'isolamento e conferendo al pezzo un'eccezionale protezione meccanica contro eventuali urti. Un'attenzione particolarissima è posta alla disposizione delle matasse di avvolgimento e al rinforzo dell'isolamento tra le fasi in testata e in cava, per minimizzare i fenomeni d'invecchiamento tipicamente causati dai picchi di tensione, a elevato gradiente, generati dai convertitori statici di tipo PWM. I nostri statori sono così in grado di sopportare un dV/dt fino a 1 kV/microsecondo. Un altro beneficio indotto dalla tecnica di incapsulamento è costituito dall'aumento della capacità termica che consente un rilevante allungamento dei tempi di sovraccarico. La targa, con le caratteristiche elettriche e il numero di serie, è posta sotto la resina della testata lato uscita fili; gli statori, torniti quando necessario sul diametro esterno, sono sempre forniti accompagnati dal certificato di collaudo.



1 La distribuzione del flusso all'interno dell'insieme statore/rotore

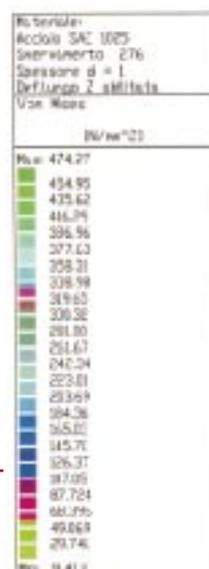
*Flux internal distribution within the system stator/rotor*

# Products

We have complete control of every aspect of the design and manufacture (using our specially designed lamination punching tools) of all stator / rotor units at our plant in Casella.

## Stators

The lamination stack is assembled by using a welding process named TIG (Tungsten Inert Gas). The standard class F winding is supplied with triple thermal protection PTC (100 or 130 °C) and with ultra-flexible output cables usually 400 mm long. However we are able to supply units to satisfy a client's particular request, for instance, utilisation of different insulating materials with superior properties to suit an arduous application / environment, different thermal protection, different cable length. Each stator is encapsulated in transparent epoxy resin by following an exclusive centrifugal process developed and improved at Casella. By this method, the resin is forced to occupy all the voids within the winding, increasing the characteristics of insulation and giving an exceptional mechanic robustness to the stator. We take particular care to the best distribution of the hanks of the winding and to reinforce the insulation among the phases both in the end windings and in the slots. These efforts are employed to minimise any ageing phenomena typically caused by voltage spikes generated by PWM type static converters. Consequently, our stators can tolerate a dv/dt up to 1kV/microsecond. Encapsulation also increases the heat capacity allowing a relevant extension of overload times. The electric characteristic and serial number rating label for all stator units are embodied under the transparent resin of the end winding near the output cables; external diameters are turned to close size tolerances when necessary and all units are supplied with their test report.



2 La distribuzione delle sollecitazioni all'interno del rotore

*Rotor internal stresses distribution*

Rotore:	Acciaio SAC 1025
	Sierwinierto 276
	Sarrazione d = 1
	Deflungo Z sbilitata
	DefFormazione
	Unit
	Mxli -2323 E-3
	Mxli 23.35 E-3
	Coeff. 1947



## I rotor

La gabbia di scoiattolo, a seconda delle prestazioni richieste, può essere eseguita con barre di rame, pressofusa in alluminio o, in casi estremi, con barre d'argento. Il disegno del circuito magnetico rotorico privilegia un ottimo bilanciamento della gabbia di scoiattolo, grazie a un'accurata designazione della cava rotorica che permette di ottenere fori rotore di dimensioni particolarmente grandi; ciò consente il calettamento di alberi di grosso diametro e conseguenti elevate velocità critiche dovute alla rigidità della struttura.

Il processo d'assieme pacco rotorico/barre Cu o Ag, eseguito in appositi attrezzi di tenuta, prevede l'inclinazione delle barre, precalcolata con precisione, sia per motivi elettrici sia per motivi di bloccaggio meccanico delle barre stesse in cava; la gabbia, chiusa da due anelli di speciale lega di rame a alta resistenza meccanica, è spesso ulteriormente rinforzata dall'aggiunta di due anelli in acciaio. La saldatura, effettuata con saldatrice a induzione per assicurare un'assoluta ripetitività del processo, utilizza una speciale lega d'argento che garantisce la miglior profonda penetrazione per capillarità della lega stessa; periodicamente vengono eseguiti test distruttivi per controllare la disposizione della lega all'interno del rotore.

I rotor, sfacciati assialmente e torniti sul diametro esterno e interno, sono sempre forniti accompagnati dal certificato di collaudo.

## Rotors

*In accordance with the requested performance requirements, we can manufacture the rotor squirrel cage from either copper bars, aluminium die cast rods or, for extreme requirements, silver bars.*

*The whole design of the magnetic rotor circuit and the accurate sizing of the lamination's slots assure a very good balance of the squirrel cage and therefore permits big rotor holes. This feature enables the possibility of utilising output shafts with a large external diameter, therefore increasing the stiffness coefficient of the structure and, consequently, the rotor critical speed values.*

*By using special production tools, the assembly process of rotor stack / bars (Cu or Ag) ensures the correct and precise inclination of the rotor bars, both for electrical reasons and to ensure the mechanical locking of the rotor bars in the lamination slots.*

*The rotor squirrel cage is closed by two end rings manufactured from a special copper alloy and, especially for high radial velocity, can be reinforced by two additional steel end rings.*

*To ensure perfect repeatability and accuracy we use an induction welding process to ensure our special silver alloy, with a unique characteristic, fully penetrates the end ring and bar junctions by capillary action. Periodically, destructive tests are executed to verify the correct disposition of the welding alloy within the rotor. After axial facing and diameters turning, the rotors are supplied with their test report.*



Una fase del processo di avvolgimento

*A winding process step*

## Supporto Tecnico-Commerciale *Technical & Commercial Support*

È nostra politica favorire, attraverso la nostra organizzazione commerciale, un contatto diretto tra i nostri progettisti e il personale tecnico dei Clienti. Ciò permette un completo esame congiunto delle caratteristiche richieste, portando a una reale ottimizzazione del prodotto.

Offriamo inoltre:

- assistenza in fase di progetto e di individuazione della soluzione migliore
- assistenza sul calcolo dell'interferenza e temperatura di riscaldamento del rotore
- assistenza sul calcolo dei parametri per il settaggio dei drives
- assistenza sul calcolo delle prestazioni per servizio intermittente
- assistenza per la determinazione delle prestazioni per condizioni di raffreddamento diverso dallo standard indicato nelle schede tecniche.

*Our commercial organisation follows the policy to encourage and improve the direct contact between our designer and the technical staff at Clients'. This fact permits a deep common analysis of all requirements of the application taking to a consequent real optimisation of the product.*

*We continuously and constantly offer to our customers:*

- *assistance during the design and the choice of the best solution*
- *assistance on the determination of the interference and the rotor limit hot temperature*
- *assistance on the determination of the drive set parameters*
- *assistance on the determination of the intermittent duty cycles values*
- *assistance on the determination of duty cycles different from the standard indicated in the table*

## Schede Tecniche

Le caratteristiche generali delle unità rotostatoriche sono descritte nelle pagine precedenti.

Per il dettaglio dei singoli modelli si rimanda al catalogo "Unità Rotostatoriche Alta Frequenza - Versioni, Caratteristiche Meccaniche e Prestazioni" (codice CAS-014 0101)

## *Technical Sheets*

*Previous pages describe the rotor/stator units general characteristics. For the details of each single unit please consult the catalogue "High Frequency Rotor/Stator Units - Versions, Mechanical Characteristics and Performances" (code CAS-014 0101)*



Banco prova 36 kW  
a 7.000 r/min, 300 Nm

*Test bench 36 kW  
at 7,000 rpm, 300 Nm*



Banco prova 100 kW  
a 3.000 r/min, 1.500 Nm

*Test bench 100 kW  
at 3,000 rpm, 1,500 Nm*



Lo stabilimento della Moog Italiana  
- Electric Division - a Casella

*Moog Italiana - Electric Division -  
plant in Casella*



Argentina  
Australia  
Austria  
Brazil  
China  
England  
Finland  
France  
Germany



India  
Ireland  
Italy  
Japan  
Korea  
Luxembourg  
Norway  
Russia  
Singapore  
Spain  
Sweden  
USA

# MOOG

Moog Italiana S.r.l.  
Electric Division  
Via Avosso, 94 - 16015 Casella (Genova) - Italy  
Telephone: (+39) 010 96711  
Fax: (+39) 010 9671280  
[www.moog.com](http://www.moog.com)

COMPANY WITH INTEGRATED  
MANAGEMENT SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV  
=ISO 9001/ISO 14001=

CAS-013 0101