معلومات عامة عن الآلات الكهربائية

تصنيف الآلات حسب الاستخدام :

تنقسم الآلات الكهربية حسب مجالات استخدامها الى الانواع التالية :

المولدات الكهربية Electric generators

تعمل المولدات الكهربية على تحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربية ، اذا تركب في المحطات الكهربائية الثابتة ويمكن ان تحمل على وسائل نقل مختلفة كالسيارات والطائرات والقطارات الحديدة والبواخر كمجموعات توليد منتقلة، كما تستخدم المولدات في بعض الحالات كمنابع للتغذية في مراكز الاتصالات communication centers وجمل الاتمتة وتقنيات القياس وغيرها .

المحركات الكهربائية :

تحول الطاقة الكهربية الى طاقة ميكانيكية فهي تدير الآلات والمعدات والاجهزة الميكانيكية المختلفة المستخدمة في ميادين الصناعة والزراعة والاتصالات والنقل والمجالات العسكرية ومناح الحياة العامة كما تستخدم المحركات الكهربية في جمل التحكم الآلية الحديثة كعناصر تنظيم وتنفيذ وبرمجة .

المبدلات الكهربائية الدوارة Rotary converter-invertors:

تقوم هذه المبدلات بتحويل التيار المتناوب الى تيار مستمر وبالعكس ، وتستخدم في دوائر التيار المتناوب والمستمر لتغيير التوتر والتردد وعدد الاطوار ....الخ .
وقد تراجع دور هذا النوع من المبدلات الكهربائية في العقود الاخيرة الى حد كبير بسبب الانتشار الواسع للمبدلات الالكترونية الساكنة-electronic converter invertors

المعوضات الكهربية الدوارة Rotary compensators :

تستخدم في المنشات الكهربائية المختلفة لتوليد الاستطاعة الردية. بغاية تحسين مواصفات الطاقة الكهربائية في مراكز الاستهلاك والتوليد .

المضخات الكهربائية الدوارة Rotary amplifiers :

تستخدم من اجل التحكم بالبنى الكهربائية ذات الاستطاعة العالية بواسطة اشارات كهربائية صغيرة الاستطاعة ترسل الى ملفات التحكم (التهييج) التي تدخل في تكوين هذه المضخات .

تدعى الآلات الكهربائية الصغيرة التى لا تزيد استطاعتها على 600 وات بالآلات الميكروية micro machines حيث تستخدم هذه الآلات على نطاق واسع في جمل الأتمتة والاجهزة الكهربائية المنزلية تقسم الآلات الكهربائية الميكروية المستخدمة في تجهيزات الاتمتة حسب وظيفتها الى المجموعات التالية :

محركات الاستطلاع الميكروية :

تستخدم لتدوير العناصر المختلفة التي تدخل في تركيب جمل الاتمتة واجهزة التسجيل الرقمية والبيانية ذاتية الحركة وغيرها .

مولدات التاكو Tacho-generators :

وهي تحول الحركة الميكانيكية لمحور الدوران الى اشارة كهربية- التوتر- تتناسب مع سرعة دوران المحور

المحولات الدوارة Rotating transformers :

يمكن الحصول في خروج هذه المحولات على توتر يتناسب مع احد توابع زاية دوران المحور مثل جيب او جيب تمام هذه الزاوية أو الزاوية نفسها .

الآلات الارتباط التزامني synchrodrive:

السينكرونات والمغنيسينات Magnesyns, Synchros

تقوم هذه الآلات بتحقيق الفتل أو الدوران المتزامن لعدة محاور غير مرتبط بعضها مع بعض إرتباطا ميكانيكيا .

الآلات الميكروية المستخدمة في الأجهزة الجيروسكوبية:

gyroscopic micromachines (المحركات وحساسات العزوم والزواية الجيروسكوبية)

تؤمن هذه الألات الحركة الدورانية لمحاور الجيروسكوبات ذات التردد العالي وتقوم بتصحيح وضعياتها .

تسمى عادة ألات المجموعاتين الأولى والثانية بألات الإستطاعة الميكروية أما ألات مجموعات الثالثة والرابعة والخامسة فتدعى بالألات الميكروية الإعلامية information micro machines

تصنيف الألات الكهربائية حسب نوع التيار ومبدأ العمل :

تصنف الألات الكهربائية حسب نوع التيار ضمن مجموعتين :

ألات التيار المتناوب AC machines وألات التيار المستمر DC machines

تقسم ألات التيار المتناوب على أساس مبدأ عملها وخصائصها الكهرومغناطيسية الى المحولات ، الألات اللاتزامنية(التحريضية)،الألات التزامنية وألات التيار المتناوب ذات المجمع .

المحولات transformers:

تستخدم على نطاق واسع من أجل تغيير التوتر في نظم نقل الطاقة الكهربائية وتوزيعها وأجهزة التقويم، وفي تجهيزات الإتصال والأتمتة والحواسيب الإلكترونية وتقنيات القياس (محولات القياس)،وفي المبدلات الوظيفية (التابعية) function generators (المحولات الدوارة) .

الألات اللا تزامنية (التحريضية) induction or asynchronous machines:

تستخدم الآلات اللاتزامنية بشكل رئيسي كمحركات كهربائية ثلاثية الطور phase 3 electric motor ويمكن بفضل بساطة تركيب هذه الآلات ووثوقيتها العالية استعمالها في مختلف مجالات الصناعة لتدوير آلات التشغيل المختلفة وآلات الرفع والحفر والضواغط والمراوح.....الخ .

اما في جمل التنظيم الآلية فتستخدم على نطاق واسع المحركات التحريضية المقودة احادية الطور او ثنائية الطور وبالاضافة الى مولدات التاكو اللاتزامنية والسيكرونات .

الآلات التزامنية synchronous machines

تستخدم بصورة اساسية كمولدات تيار متناوب ذات تردد نظامي في المحطات الكهربية، ومولدات ذات تردد عالى في منابع التغذية المستقلة (في البواخر والطائرات ... الخ) .

كما تستعمل ايضا في جمل القيادة الكهربائية ذات الاستطاعة الكبيرة كمحركات تزامنية. وتستخدم الآلات التزامنية ذات الاستطاعة الصغيرة على نطاق واسع في جمل الاتمتة (الآلات البروزية Reactive power machines الآلات ذات المغناطيس الدائم ، الآلات التباطئية....الخ .

آلات التيار المتناوب ذات المجمع Gommutating machines:

وهي ذات استخدامات نادرة نسبيا لانها تتميز ببنية معقدة وتحتاج الى صيانةمستمرة .

تستخدم هذه الآلات بصورة اساسية كمحركات كهربية .

اما الآلات العامة ذات المجمع Universal machines التي يمكن ان تعمل بالتيار المستمر او المتناوب فهي تستخدم في جمل لاتمتة والاجهزة المنزلية المختلفة .

الآلات التيار المستمر dC machines:

تستخدم آلات التيار المستمر بصورة رئيسية كمحركات كهربائية في جمل القيادة والتحكم التى تتطلب تنظيم سرعة الدوران في حدود واسعة (وسائل النقل البحرية، القطارات، وحدات دلفنةالمعادن، عناصر نقل الحركة في عربات الشحن الضخمة،آلات الرفع والحفر، آلات معالجة المعادن وغيرها) .

كما تستخدم هذه المحركات عندما تكون منابع التغذية المدخرات الكهربية (محركات بدء التشغيل او الاقلاع ، محركات الغواصات البحرية والمركبات الفضائية...الخ) .

اما مولدات التيار المستمر فغالبا ما تستخدم لتغذية تجهيزات الاتصالات ومن اجل شحن مجموعات المدخرات، كما تستعمل كمنابع تغذية اساسية في وسائل النقل (السيارات، السفن ، الطائرات، القطارات) .

استبدل استخدام مولدات التيار المستمر بمولدات التيار المتناب المزودة بوحدات تقويم التيار Rectifier

تستخدم في جمل التنظيم الآلية آلات التيار المستمر على نطاق واسع كمضخات دوارة ومحركات منفذة ومولدات تاكو .Tacho generators

ثانيا: المعطيات الاسمية للآلات الكهربائية :

تزود كل آلة كهربائية بلوحة اسمية Name plate معدنية مثبتة على هيكلها الخارجي

يشار في هذه اللوحة عادة إلى طراز الآلة ومعطياتها الاسمية التي تؤخذ كأساس لتحديد شروط عمل الآلة الكهربائية ومواصفاتها أثناء التصميم .

المعطيات الاسمية Nominal data:

تشمل هذه المعطيات الاستطاعة، التوتر،التيار، سرعة الدوران، التردد، المردود،عدد الأطوار، معامل الاستطاعة ونظام العمل .

كما يشار إلى اللوحة الاسمية إلى الجهة الصانعة وتاريخ إنتاج الآلة ودرجة العازلية

وبعض المعلومات الإضافية التي تلزم عند التركيب والاستثمار (الوزن ، طريقة توصيل الملفات...الخ)
ويمكن استخدام مصطلح الاسمى Nominal للتعبير عن مقادير أخرى غير مذكورة في جدول المواصفات الفنية لكنها تميز حالة العمل الاسمية كعزل الدوران الاسمي Nominal torque والانزلاق الاسمي..... Nominal slip الخ

الاستطاعة الاسمية Nominal or rated power :

وهي التي تصمم على أساسها الآلة الكهربية وتحقق شروط عدم ارتفاع درجة حرارتها على الحد المسموح والحفاظ على جاهزية العمل خلال فترة الاستثمار المحددة لهذه الآلة .
فبالنسبة للمحركات الكهربائية يقصد بالاستطاعة الاسمية الاستطاعة الميكانيكية المفيدة Useful mechanical power على المحور وتقاس بالوات أو الكيلو وات .
أما الاستطاعة الاسمية في مولدات التيار المستمر فإنها تعني استطاعة الخرج الكهربائية المفيدة المأخوذة من الآلة وتقاس أيضا بالوات أو الكيلو وات .
كما تشير الاستطاعة الاسمية في مولدات التيار المتناوب إلى استطاعة الخرج الكلية (الظاهرية) والتي تقاس بالفولت أمبير أو بالكيلو فولت أمبير .
يتم ترتيب الاستطاعات الاسمية لجميع أنواع الآلات الكهربية الدوارة والمحولات ضمن جداول معيارية بالطريقة نفسها التي تحدد فيها سرعة الدوران الاسمية للآلات الكهربية .
يمكن تشغيل الآلات الكهربائية في ظروف عمل غير اسمية (باستطاعات أو تيارات وتوترات تزيد أو تقل عن الحدود الاسمية) .
عند الأحمال التي تقل عن الحمل الاسمي تكون عادة قيم المردود ومعامل الاستطاعة power factorأدنى من مستواهم النظامي .
أما زيادة الحمل overload على القيم الاسمية فتؤدي إلى ظهور الأوان وبالتالي خروج الآلة من العمل بشكل مبكر .
أن درجة الحرارة العظمى المسموحة في الملفات تتعلق إلى حد كبير بخواص المادة العازلة المستخدمة ومدة خدمة الآلة وهي تتراوح عادة ما بين 105 و 180 درجة مئوية .
تعد الآلات الكهربية آلات معكوسة Reversible أي أنها تستطيع العمل كمولدات أو كمحركات على حد سواء .
وهذه الخاصية تنطبق على المبدلات الكهربائية الدوارة والمحولات،إذ يمكن عكس استثمار الطاقة الكهربية في هذه الآلات أيضا .
بيد أن الآلات التي يتم إنتاجها في فروع الصناعات الكهربائية تخصص عادة للعمل في نظام موحد، وهذا يسمح بجعل الآلة اكثر ملاءمة لشروط الاستثمار واقل حجما واخفض تكلفة .

المواصفات الواجب توافرها في التوتر :

تصنع الآلات الكهربية بتوترات عيارية محددة تتوافق مع مستويات التوتر العيارية المستخدمة في الشبكات الكهربية .

تزيد التوترات العيارية الخاصة بالمولدات على توترات المحركات بحوالي 5-10 %

فمثلا إذا كان التوتر العياري للمحرك 220 فولت يكون توتر المولد 230 فولت .
ويعود السبب في اختلاف قيم التوترات العيارية المستخدمة في المحركات والمولدات إلى هبوطات التوتر voltage drops في الشبكات الكهربية التي تربط ما بين هذه المحركات و المولدات .
أما في المحولات فتؤخذ التوترات العيارية في جهة الملفات الأولية مساوية لتوترات المحركات وفي جهة الملفات الثانوية تكون مساوية لتوترات المولدات .
تصمم آلات التيار المتناوب في الغالب للعمل على توترات جيبية متناظرة بالنسبة لجميع الأطوار. وتحدد درجة اختلال هذا الشرط في جداول المعايير والمواصفات .
فعلى سبيل المثال يجب ألا تزيد مقدار انحراف التوتر voltage deviation في تجهيزات الطاقة الكهربائية عن -5% و +10 %
كما أن Distortion factor يجب ألا يتجاوز 5 %
أما الآلات المخصصة للعمل مع مبدلات التيار Rectifiers فتتعرض عادة لتأثير توترات وتيارات غير جيبية تسبب حدوث فقد في القدرة داخل هذه المحولات وارتفاع درجة الحرارة للملفات

ثالثا: الشروط الواجب توافرها في الآلات الكهربية :

من أهم الشروط الواجب توافرها في الآلات الكهربائية، الوثوقية العالية أثناء العمل ومحددات الأداء الجيدة(المردود ومعامل القدرة) وصغر الحجم والكتلة وانخفاض الكلفة ، بالإضافة إلى بساطة التصميم وسهولة التصنيع والاستثمار والصيانة .

المتطلبات الفنية العامة :

أن المتطلبات الفنية الواجب توافرها في الآلات المخصصة للاستخدامات الصناعية العامة والآلات ذات التصاميم الخاصة، مدرجة في جداول المعايير والمواصفات .
تصمم كل آلة كهربائية للعمل ضمن شروط استثمارية معينة مثل نظام التحميل، زيادة الحمل المسموح، مستوى التوتر والتردد ، سرعة الدوران ودرجة حرارة وسط التبريد، الارتفاع عن سطح البحر ونسبة الرطوبة.....الخ .
ويفترض أن تعمل الآلة في هذه الظروف باستطاعتها الاسمية دون أعطال وتوقف خلال المدة الزمنية المطلوبة (الفترات الزمنية التى تمتد ما بين مراحل الصيانة الدورية) .
يمكن تحقيق الوثوقية العالية المطلوبة للآلة الكهربية عن طريق اعتماد عوامل أمان Safety factorsكافية عند التصميم واستخدام تقنيات تصنيع ذات مستوى متطور والتقيد بقواعد الاستثمار الصحيحة (تشغيل الآلة في نظام العمل الذي صممت على أساسه وتنفيذ عمليات الصيانة الدورية بانتظام) .
تعمل الآلات الكهربية ذات الاستطاعة الكبيرة والمتوسطة والصغيرة عادة كمبدلات للطاقة (محركات ، مولدات، محولات ، مبدلات دوارة) .
لذلك فمن أجل خفض النفقات المصروفة على استثمار هذه الآلات لابد من إبلاء محددات أدائها التي تشمل المردود ومعامل القدرة أهمية كبيرة .

فعند تصميم الآلة بطريقة الاختيار الأمثل Optimization لمحدداتها الأساسية وحمولاتها الكهرومغناطيسية Electromagnetic loading يجري السعي للحصول على افضل قيم ممكنة للمردود ومعامل القدرة عند الحمل الاسمي Nominal load بيد أن هذه القيم مرتبطة مع القدرة الاسمية للآلة بعلاقة محدودة ، لذلك فكلما كانت القدرة الاسمية صغيرة انخفضت معها قيم المردود ومعامل الاستطاعة .

الشروط الواجب توافرها في الآلات الميكروية المستخدمة في جمل الأتمتة :

بالإضافة إلى متطلبات الفنية العامة، يجب أن تتوافر في الآلات الكهربية الميكروية عدة مواصفات أخرى أهمها :

1- الدقة العالية في تحويل إشارة الدخل إلى خرج، كتحويل سرعة الدوران مثلا إلى توتر خرج في مولدات التاكو، أو تحويل توتر التحكم إلى سرعة دوران في المحركات المنفذة .

2- ثبات مميزات الخرج عند تغير الشروط الاستثمار، كتغير درجة الحرارة الوسط المحيط مثلا .

3- خطية المميزات عند تغير الحمل وإشارة التحكم .

4- سرعة التنفيذ العالية .

5- سعة مجال التنظيم .

من اجل تحقيق هذه الشروط يضطر المصممون للابتعاد عن القواعد، التي تستهدف إيجاد الحل الأمثل المتبعة عند تصميم الآلات ذات القدرة الكبيرة والمتوسطة .

فمن اجل خفض نسبة الخطأ في الآلات الميكروية الإعلامية مثلا تقلل قيمة الحمولات الكهرومغناطيسية لها وتؤخذ الثغرة الهوائية Air-gap ما بين الجزء الثابت والجزء المتحرك بطول أكبر .

ومن اجل زيادة عزم الدوران في المحركات المنفذة وبعض الآلات الميكروية الأخرى يجري اختيار الحمولات الكهرومغناطيسية عند الحدود القصوى المسموحة التي تحددها شروط تبريد الآلة .

وهذا ما يقود إلى إنقاص قيم محددات الأداء (المردود ومعامل القدرة) التي تعتبر ذات أهمية بالغة بالنسبة للآلات ذات القدرة المتوسطة والضخمة

أما بالنسبة للآلات الكهربائية الميكروية فتحتل المواصفات المتمثلة بالدقة وسرعة الأداء وسعة مجال التنظيم ، المرتبة الأولى .

عدا الشروط والمواصفات المذكورة الواجب توافرها في الآلات الكهربائية الميكروية يمكن إضافة بعض الشروط الخاصة المتعلقة بالخصائص الاستثمارية لهذه الآلات .

فعلى سبيل المثال يتوجب على الآلات الميكروية المستخدمة في آلات التسجيل الصوتية أن تتمتع بمستوى منخفض من الضجيج .

كما لا يجوز للآلات الميكروية المستخدمة في الدوائر الراديوية أن تولد مستويات عالية من التشويش .

وعند تركيب مثل هذه الآلات في المفاعلات النووية والمركبات الفضائية يجب أن تبقى محافظة على استقرارها .

إن هذه الشروط تضع جملة من القيود على بنية هذه الآلات فتؤدي إلى زيادة كتلتها وحجمها وبالتالي إلى خفض جودة محددات أدائها .