اتودین وموارد استعمال آن درصنعت

نوشتهٔ
مهندس محمد علی مشیری
استاد دانشکده فنی

اقتباس از مجلهٔ
Electrical science and Tehnology
Jnstitution of Electrical engineers
Juby ۱۹٦٤ لندن

اتودین وموارد استعمال آن[۱]

ماشین اتودین از نظر ساختمانی مانند ماشینهای کموتاتریس سنکرون[۲] است ولی از نظر تولید ولتاژ باجریان مستقیم‌از یک‌شبکه باجریان متناوب برماشینهای کموتاتریس سنکرون وگروپ واردلئوتارد[۳] برتری دارد.

اصولاً برای اینکه بتوان از یک منبع انرژی متناوب باولتاژ استاندارد وثابت یک منبع انرژی با جریان مستقیم و ولتاژ قابل تنظیم به هرمقدار $\pm U_{Mox}$ بدست آورد طرق مختلفی وجود دارد که بطور اختصار در ذیل توضیح داده میشود.

سیستم وارد لئوتارد

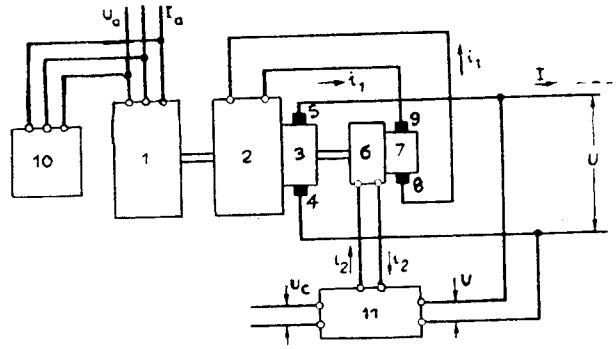
اگر بشکل ۱ توجه نمائیم این سیستم تشکیل یافته است از یک‌موتور جریان متناوب (۱) که موتور مزبور مولد جریان دائمی را که باعدد (۲) نمایش داده شده میگرداند وتقسیم کننده یا کولکتور آن (۳) بوسیله جاروهای (٤) و (٥) جریان I را بااختلاف سطح متغیر U بشبکه میدهد و تحریک کننده (٦) که با ماشینهای دیگر روی‌یک محور قرارگرفته جریان تحریک i_1 مولد را تأمین مینماید.

ضمناً ماشین تحریک کننده نیز بوسیله جریان کنترول i_2 تحریک‌میشود و ولتاژ خروجی U بوسیله اختلاف سطح کنترول U_c و با طریقه مخصوص تغذیه معکوس (۱۱) بطور دلخواه و بمقدار لزوم‌ثابت نگاهداشته میشود.

۱- Autodyne ۲- Synchron convertor ۳- Ward Leonard

چنانچه شدت جریان i_2 در اثر کم شدن اتفاقی U_0 نقصان پیدا کند ومصرف‌هم دینامیکی باشد عمل بازده انرژی (۱) بوجودمیآید.

در این صورت جریان I معکوس‌شده‌ومولد جریان‌دائم (۲) بطورموتور کار کرده وسرعت‌موتور(۱) از مقدار سنکرون تجاوز نموده‌ودر نتیجه ماشین (۱) بطور مولد کار خواهد کرد.



شکل ۱

این روش زیان بسیاری ازنظر دوبار تبدیل انرژی در بردارد فضائی که اشغال میکند بمراتب زیاد وبرای ولتاژهای خروجی‌ناچیز موارد استعمال‌آن‌نادر وباضافه یک‌دستگاه پیش‌انداز فاز(۲)(۱۰)برای بهبود ضریب قدرت $\cos\varphi$ لازم خواهد بود که خود بمقدار فضای مورد احتیاج خواهد افزوده.

روش مستقیم‌وباصرفه‌تر تبدیل انرژی‌طریقه‌استفاده از یک کموتاتریس‌سنکرون است مانند شکل ۲ ولی در این دستگاه تغییرات ولتاژ مشکل است زیرادرکنورترهای سنکرون اختلاف سطح روی حلقه‌های تغذیه روتور ثابت ومختصات‌مدار اول به مدار ثانی آن‌به یک نسبت ثابتی است وگرفتاریهای عمل‌تعویض مخصوصاً دربارهای ضربه‌ای وتغییرات زیاد بوجود میآید.

البته یک سو نمودن جریان‌هم بوسیله دستگاههای یک‌سوکننده نوع دیگری ازموارد استعمال تبدیل انرژی است ولی بعلت هارمونیکهائی که‌بوجود میآید وهمچنین اشکال بازیافت انرژی مورد استعمال را مشکل میسازد.

اتودین

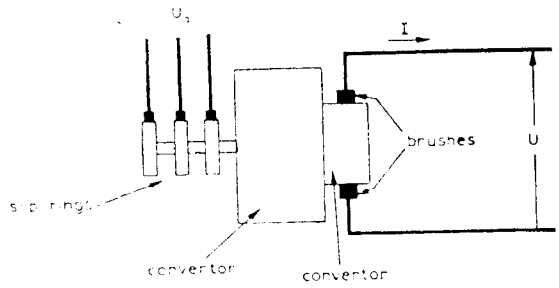
معایب گفته شده راجع به انواع تبدیل انرژی در طریقه اتودین اجتناب شده واین دستگاه‌میتواند بادریافت جریان از یک شبکه متناوب درقسمت جریان دائم اختلاف سطح ثابت وقابل تنظیمی را تولید نموده وحتی بازیافت انرژی را هم تأمین نماید از نظر ساختمان ماشین اتودین مانند کموتاتریسهای‌سنکرون شکل ۲ میباشد ولی از لحاظ مغناطیسی سه تفاوت اصلی وجود دارد.

۱ - شاژ مغناطیسی کل دارای محوری است که نسبت به شار استاتوری قابل تغییر میباشد.

۱- Regeneration ۲-Phase advancer

۲ - ولتاژ خروجی جریان دائم قابل تغییرودر دوجهت عمل مینماید (۱)

۳ - در طرز ساختمان این ماشین تغذیه‌معکوس نیز درنظر گرفته شده است(۲)



شکل ۲

محور متغییر شار مقناطیسی

بشار مغناطیسی‌ماشین جهت تقریبی نسبت به استاتور داده ومیدان مغناطیسی استاتوری را بوسیله پیچک‌هائی که برای یک ماشین دوقطبی در شکل 3a نمایش داده شده تأمین مینمائیم.

پیچکهائی که در نیمه قطبهای ۱۲ - ۱۳ - ۱۴ - ۱۵ نمایش داده شده از یک طرف به جاروهای اصلی ۱۶ و ۱۷ و از طرف دیگر به جاروی ۱۸ اتصال دارند.

فرض کنیم بردار U_a معرف اختلاف سطح هرفازروتور طبق شکل 3b در حالتی که روتور بسرعت سنکرونیسم میچرخد نمایش داده شده.

بردار مزبور تازمانیکه روتور بسرعت‌سنکرونیسم n_c ادامه دهد بهمین وضع خواهد بود زیرا بردار معرف اختلاف سطح ماشین هم با سرعتی معادل n_c - نسبت به روتور میچرخد.

قوه ضد الکتروموتوری E_{1r} نیز ثابت و در جهت عکس اختلاف سطح و درعین حال وضع بردار معرف شار مغناطیسی مربوطه Φ_{1r} را نسبت به روتور معین میسازد.

بفرض اینکه‌بردار معروف Φ_{1r} زاویه‌ای معادل β با محور قائم بسازد مولفه‌های شار مغناطیسی‌در دومحور افقی و قائم Φ'_1 و Φ_1 خواهدبود که بنوبه خود با داشتن شارها وضع بردارهای E_1 و E'_1 معرف مولفه‌های قوه الکتروموتوری E_{1r} روشن خواهد شد.

قوای الکتروموتوری مربوطه به قسمت جریان دائم درمحورهای افقی و قائم به ترتیب E و E' خواهندبود که مقدار آنها معادل است با :

$$E = kE_1 \quad \text{و} \quad E' = kE'_1 \qquad (1)$$

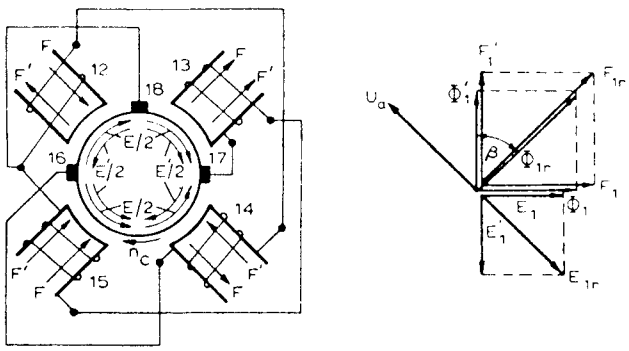
ضریب k اساساً مربوط است به تعداد فازهای روتور و معادلات (۱) با توجه به خواص ماشین کموتاتریس سنکرون تعیین و با معادلات ماشین مزبور تطبیق مینماید.

$$\frac{Eff}{E_c} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sin \frac{\pi}{m}$$

۱- Reversibl ۲- Feed back

اختلاف سطحهای E و E′ روی جاروهای ۱۶ - ۱۷ - ۱۸ تولیدجریانی درسیم پیچی‌های‌میدان مغناطیسی نموده وایجادقوای مانیترموتوری F_1 و F را مینمایند که بردارهای فضائی معرف آنها F'_1 و F_1 ومنتجه آنها قوه مانیترموتوری F_{1r} میباشد.

بردار F_{1r} بنوبه خود زاویه معادل β بامحور عرض ساخته و همچنین قوه مانیترموتوری F_r لازم برای تولید شار مقناطیسی Φ_{1r} درجهت مطلوبه بطور خودکار تولید میشود.



a *b*

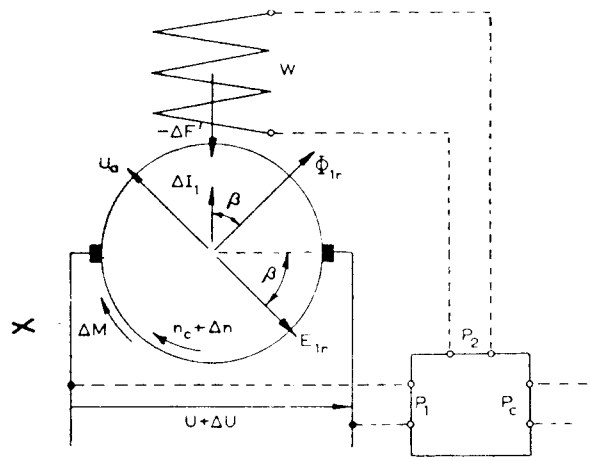
شکل ۳ - اتودین دوقطبی

a - سیم پیچی میدان مغناطیسی استاتور

b - نمایش بردارهای معرف U_a و E_{1r} و Φ_{1r} و F_{1r} درلحظه سنکرونیسم

تغییرات ولتاژ

اگر امکان داشته باشد که زاویه β را از ۰ تا π تغییردهیم دراین صورت تغییرات مقدار E و در نتیجه اختلاف سطح خروجی قسمت جریان دائم U درحدود $\mp U_{Max}$ میسر خواهد بود.



شکل ٤

برای رسیدن باین هدف‌سیم پیچی کنترول W راکه در شکل ٤ نمایش داده شده اضافه مینمائیم اگرسیم پیچی پیش‌بینی‌شده درجهت‌محور عرض قوه مایتیرموتوری معادل $\Delta F'$ — از بالا به‌پائین

تولید کند چون سیم پیچی موتور بطور مدار بسته c/c درمدار جریان متناوب قرار گرفته برای تمام قوای الکتروموتوری در روتور بغیر از E_{1r} جریانی معادل $\Delta I'_1$ تولید میشود.

وبا بودن میدان مقناطیسی کوپای در روتور معادل ΔM بوجود آمده ودر اثر کوپل الکترومقناطیسی فوق سرعت ماشین بالا رفته وبه $n_c+\Delta n$ میرسد.

و در نتیجه بردارهای U_a و Φ_{1r} و E_{1r} نسبت به استاتورتغییر جهت داده ودرجهت عقربه ساعت مانندشکل ٤ حرکتی معادل بالغزش Δn مینمایند.

وبالاخره زاویه β زیاد شده و اختلاف سطح خروجی قسمت جریان دائم به $(U-\Delta U)$ میرسد و واضح است چنانچه این عمل درجهت عکس انجام پذیرد وقوه ماینترموتوری سیم پیچی کنترول W اثر معکوس داشته باشد اختلاف سطح خروجی جریان دائم به $(U+\Delta U)$ خواهد رسید.

بنابراین اختلاف سطح یاولتاژجریان دائم با تغییرات جزئی در پیچک W قابل تغییروتنظیم خواهدبود

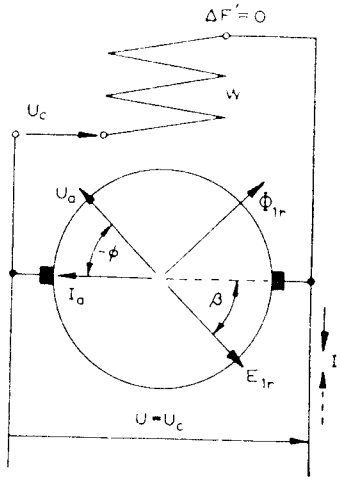
کنترول ولتاژ

اگر به شکل ٤ مراجعه کنیم مشاهده میشود که سیم پیچی کنترول W از راه دستگاه بخصوصی که بشکل چهارگوش نموده شده بشبکه خروجی جریان دائم از یک طرف وازطرف دیگر به دستگاه کنترول علامات بسته شده است.

اگر ممیز [1] خروجی P_2 معادل اختلاف ممیزهای P_1 و P_c باشد در این صورت هر انحراف یا تغییراتی $\pm\Delta U$ درولتاژ خروجی باعث کنترول دقیق قوه ماینترموتوری $\mp\Delta F'$ برای برقرار ساختن کار اتودین شده وماشین با شرایط ذیل کار میکند:

$$P_1=P_c \qquad \Delta F'=0$$

بدیهی است ممیزه‌های دیگر را میتوان انتخاب نمود که نتایج مختلفی در برداشته واتودین را در میدان عمل های مختلفی برای راه اندازی الکتریکی بطور خود کار ماشینها بکار برد.



شکل ٥

مثال

شکل ٥ نمایش یک نوع اتودین به قدرت ٢٥ کیلووات به بالا میباشد که در آن ولتاژ خروجی U مستقیماً با ولتاژ کنترول U_c بطور مقابل یا برابر قرار گرفته.

چنانچه درسیم پیچی کنترول W جریانی وجود نداشته باشد $\Delta I=0$ در این صورت در اتودین $U=U_c$. هرانحرافی در ولتاژ خروجی U باعث ایجاد جریان درسیم پیچی کنترول W شده وبا بودن قوه

١- Parametre

ماشینوموتوری در روتور اتودین ایجاد کوپل الکترو مغناطیسی شده ودر نتیجه زاویه انحراف β تغییرمیکند تا اینکه شرط $U=U_c$ برقرار شود.

این طریقه همچنین برای باز یافت نیرو درحالتهائیکه کسر یااضافه ولتاژ سریعی در ولتاژ کنترول وقوع یابد مورد استعمال خواهد داشت

عمل تعویض[1]

دراولین وهله بنظرمیرسد که مولفه Φ_1 در محور طول در منطقه تعویض قرارگرفته واین موضوع از نظر عمل تعویض قابل قبول نخواهدبودولی Φ_1 مولفه اصلی شاروشار مغناطیسی فعلی در نیمه قطبها جایگزین میباشد وبدین ترتیب غلظت شار مغناطیسی درمنطقه تعویض در حقیقت ناچیز و برای آنهم میتوان ازقطبهای تعویضی(٤) یا قطب کمترتاسیون درناصله بین قطبهای اصلی استفاده نمود.

وباضافه بعلت تنظیم خودکار Φ_{12} قوه الکتروموتوری E_{12} همیشه ولتاژ فاز U_a را تنظیم و متعادل میسازد وهمین طرزکار اتودین است که دربارهای تصادفی یا ضربه‌ای خیلی بهتر از ماشینهای کمرتاسریس سنکرون از آن استفاده میشود

ترمیمم ضریب قدرت یا $\cos\varphi$

هنگامی که ماشین اتودین جریان دائمی معادل I روی خط مصرف میدهد بایدازشبکه جریان متناوب هم جریانی معادل I_a بامقدارکافی ودرجهت عکس مصرف نماید تا بتواند قدرت مفید موردلزوم راتأمین نماید

درشکل ٥ مشاهده میشود که جریان I_a زاویه‌ای معادل Φ — با ولتاژ U_a ساخته وباندازه زاویه Φ پیش افت فاز دارد ونتیجه میشود که اتودین مقداری جریان کاپاسیتیو[3] به شبکه بدهدوهرقدر ولتاژ خروجی U کوچک باشد زاویه Φ بزرگتر خواهد بود (این زاویه نیز ازلحاظ مقدار معادل β میباشد) این موضوع کاملاً برخلاف طریقه وارد لئونارد که درشکل ۱ نمایش داده شده میباشد زیرا در طریقه واردلئونارد ضریب قدرت کم میشود و زاویه Φ حتی دربارهای کم بعلت اختلاف سطح میافتد.

نتیجه

با توضیحات فوق مشاهده میشود که اتودین بخوبی و باشرایط بهتری میتواند جایگزین مستقیم واردلئونارد بشود راجع به مواردا ستعمال و برتری و معایب این دوماشین از لحاظ فنی مطالب زیادی موجود است ولی آنچه مسلم است چنانچه از این طریقه با همان کنترول دقیق استفاده نمائیم اتودین بهتراز سیستم وارد لئونارد میباشد مورد استعمال این ماشینها اکثردرکارگاههای نساجی کاغذ سازی دستگاههای نورد وصفحه تراشهای بزرگ میباشد.

۱- Commutation ۲- Compole ۳- Capacitive