



چهارمین کنفرانس شبکه‌های توزیع نیرو

مقایسه کنتورهای الکترونیکی و الکترومغناطیسی

سید مهدی عراقی - عیسی ارازخانی - زینب السادات حاجی سیدجوادی
شرکت کنتورسازی ایران

چکیده

تسخیر پایگاههای مکانیکی و الکترومغناطیسی و الکتریکی توسط تکنولوژی مهاجم الکترونیکی صنعت کنتورسازی را نیز در مقابل سوال بزرگی قرار داده است هرچند که مدت‌هاست کنتورهای الکترونیکی توسط چند شرکت ساخته و به بازار عرضه شده اند اما مصرف کنندگان آن استقبال چندانی بعمل نیاورده اند فلذا مقایسه کنتورهای الکترونیکی و الکترومغناطیسی (فرایس) از جنبه های فنی، اقتصادی و کاربردی برای دست اندر کاران صنعت برق کشور ضروری می نماید. در این مقاله سعی شده است که مقایسه های فوق الذکر با رعایت اصول بی طرفی صورت گیرد هرچند که باراصولی نتیجه گیری بعهد خوانندگان مقاله محول خواهد شد.

شرح مقاله

ساخت کنتورهای برق بصورت تولید وسیع در سال ۱۸۹۰ در اروپا شروع گردید. این کنتور ها بر اساس نظریه گالیله فرایس (در سال ۱۸۸۸) ساخته می شدند. واحد اصلی این کنتورها را یک موتور eddy current تشکیل میداد و پیشرفت تکنولوژی نیز تغییر اساسی در این اصل بوجود نیاورد. اما ساخت کنتورهای الکترونیکی از اواخر دهه هفتاد شروع و با پیشرفت تکنولوژی، بر خلاف نوع الکترومغناطیسی، شیوه های گوناگونی در آن بکار رفته و اصول مختلفی برای اندازه گیری ولتاژ، جریان و $\cos\phi$ و ضرب آنها و حتی شیوه نمایش بکار گرفته شده اند که در این مقاله ضمن بیان ساختمان و شیوه های عملکرد آنها مقایسه ای نیز در این ارتباط صورت خواهد پذیرفت.

۱- مأموریت کنتور در صنعت برق

مأموریت کنتور با توجه به افزایش نیازهای اطلاعاتی صنعت برق نسبت به دهه آخر قرن گذشته اختراع کنتورهای

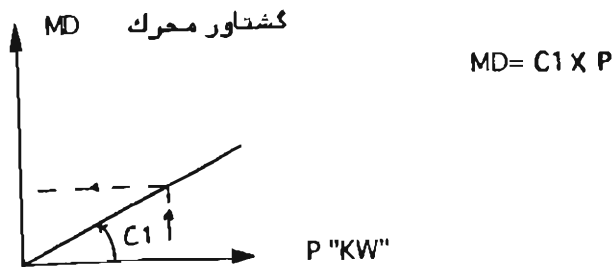
صنعتی) روز به روز افزایش یافته و پیش بینی می‌گردد که پاره ای از وظایف اندازه گیریهای دیگرکارخانجات و منازل از قبیل کنتورهای آب و گاز و ... نیز به آن محول گردد .

ماموریت کنتورهای اولیه اندازه گیری ولتاژ ، جریان ، ضربه بار و نمایش حاصلضرب آنها در يك نمایشگر مکانیکی بود . تاچند سال بعد نیز پیشرفت تکنولوژی دراین قسمت صرفاً منجر به تولید کنتورهایی با دقت و پایداری بیشتر در مقایسه با تغییرات فیزیکی از قبیل درجه حرارت ، ولتاژ ، فرکانس ، و هارمونیک های بالاتر گردید . اما از اوایل قرن حاضر ماموریت های پیچیده تر دیگری مانند کنترل دیماندر ، اعمال تعرفه های جدید ، دریافت امواج ریبیل ، دریافت و ارسال PLC ، دریافت و ارسال امواج رادیویی و ... به کنتور محول گردید . برای انجام این رسالت ها قطعات مکانیکی و الکترومکانیکی جدیدی به آن ملحق گردید اما بدلیل توقعات روز افزون و پیچیده ، قطعات فوق الذکر توان انجام خواسته های جدید را نداشته و یا به شدت گران تمام میشدند و از طرفی المانهای الکترونیک بانوانا نیهی زیادی ساخته و به بازار عرضه شدند ابتدا به نظر میرسید که تنها راه انجام ماموریت های اخیر استفاده از کنتور بصورت تمام الکترونیکی باشد به گونه ای که دست اندر کاران این صنعت ترجیح دادند به جای ادامه تکنولوژی قبل از این المانها برای انجام ماموریت های جدید در کنتور استفاده نمایند تا قادر به برقراری تماس کنتور با سیستم های هوشمند و دریافت و ارسال اطلاعات گردند اما از آنجائیکه عده ای اصرار بر حفظ پایه بصورت الکترومغناطیسی داشتند بخش های قرانست از راه دور (PIC و رادیو سوئیچ) و همچنین حافظه های اطلاعاتی را بصورت بردهای مستقل الکترونیکی در کنتورهای الکترومغناطیسی جای دادند و بدین ترتیب اساس کار کنتور را بصورت گذشته حفظ نمودند .

۲- شرح ساختمان و عملکرد کنتورهای الکترومغناطیسی (فراریس) و الکترونیکی

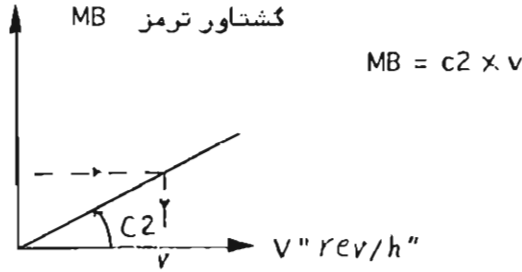
۲-۱- روش محاسبه انرژی در کنتورهای الکترومغناطیسی

دستگاه محاسبه انرژی یا همان کنتور الکترومغناطیسی شامل يك موتور میباشد که عامل محرك برای چرخیدن دیسک به دور محور خود است. گشتاور حاصل از این عامل با توان یا KW مصرفی مطابق شکل "۱-۲" متناسب خواهد بود. عبارت دیگر توان مصرفی سبب اعمال گشتاور محرکی به دیسک گردیده و آنرا به حرکت در می آورد.



شکل ۱-۲ : منحنی تغییرات گشتاور محرك نسبت به توان

عامل باز دارنده حرکت موتور، ترمز کنتور یا همان مغناطیس دائم آن است که گشتاوری در خلاف جهت حرکت دیسک بسدان اعمال نموده و از شتاب گرفته آن جلوگیری می نماید. مطابق شکل "۲-۱-۲" این گشتاور با افزایش سرعت دیسک افزود میگردند تا زمانیکه با گشتاور محرك برابر شود. در این زمان دیسک با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه خواهد داد.

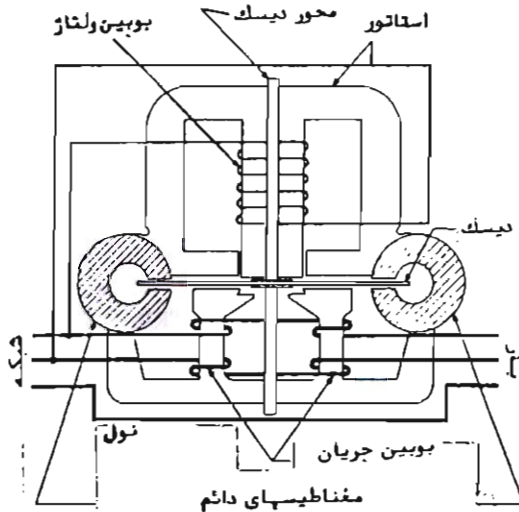


شکل ۲-۱-۲ : منحنی تغییرات گشتاور ترمز نسبت به سرعت دیسک

در نقطه تعادل داریم : $M_D = M_B \Rightarrow C_1 \times P = C_2 \times v \Rightarrow v = \frac{C_1}{C_2} \times P = K \times P \Rightarrow v = K \times P$ ملاحظه می‌گردد که توان مستقیماً با سرعت دیسک متناسب می‌باشد. از آنجائیکه v بر حسب rev/h و P بر حسب "kw" می‌باشد از رابطه $v = k \times P$ خواهیم داشت : $rev = k \times P \Rightarrow rev/h = k \times P/kwh$ همان انرژی مصرفی می‌باشد لذا تعداد دور دیسک دقیقاً متناسب با انرژی مصرفی در واحد زمان یا همان انرژی مصرفی می‌باشد لذا تعداد دور دیسک دقیقاً متناسب با انرژی مصرفی در واحد زمان خواهد بود.

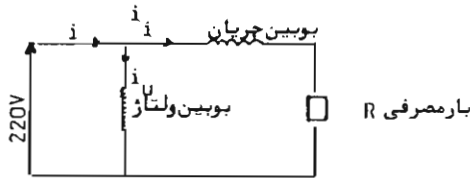
$$N = k \times kW, \quad N = \text{تعداد دور}$$

این تعداد دورها توسط يك شمارنده مکانیکی اندازه گیری شده و بعنوان انرژی مصرفی نشان داده می‌شود. نحوه بوجود آمدن این گشتاور محرک متناسب با توان مصرفی یا همان $V I \cos \phi$ ، در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرد. موتور کنتور خود متشکل است از يك استاتور که شامل بوبین جریان و بوبین ولتاژ می‌باشد و يك روتور که همان دیسک کنتور است. موقعیت فیزیکی این بوبین ها و دیسک کنتور نسبت به یکدیگر و شیوه اتصال ولتاژ و جریان شبکه به این مجموعه در شکل "۲-۱-۳" نشان داده شده است.



شکل ۲-۱-۳ : دیاگرام داخلی کنتور و نحوه اتصال آن به شبکه

میتوانیم این اتصال را بشکل ساده شده " ۲-۱-۴ " داشته باشیم .



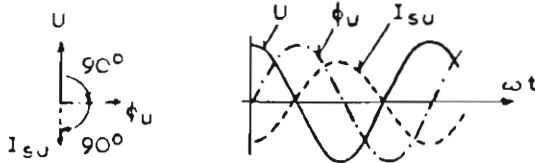
شکل ۲-۱-۴ : دیاگرام ساده اتصال کنتور به شبکه

بویین ولتاژ مشکل است از سیم پیچی با تعداد دور بسیار زیاد که به دور هسته ای از جنس آهن نرم یا پسماند مغناطیسی بسیار کم پیچیده شده است . این مجموعه تشکیل یک سلف را می دهند . بر اساس رابطه $V_L = L \frac{di}{dt}$. جریان این بویین نسبت به ولتاژ شبکه 90° تاخیر فاز خواهد داشت از آنجائیکه فلو بر اساس رابطه $\phi = Ni$ با جریان همفاز می باشد .

بنابراین اندازه فلو متناسب با اندازه ولتاژ شبکه بوده و نسبت به آن 90° تاخیر فاز دارد .

با توجه به رابطه $V = -N \frac{d\phi}{dt}$ که در آن V نیروی محرکه القایی حاصل از تغییرات فلو میباشد این نیرو و جریانهای ادی ناشی از آن بر روی دیسک ، با فلوی ϕ_U متناسب بوده و نسبت به آن 90° تاخیر فاز دارند .

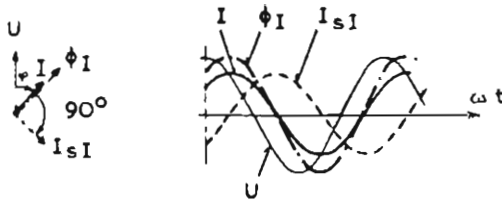
شکل " ۲-۱-۵ " نشان دهنده این مطالب میباشد .



$$(\phi_U = K_U \times I \quad , \quad I_{SU} = C_U \times \phi_U \quad , \quad I_{SU} : \text{جریانهای ادی ناشی از تغییرات فلوی بویین ولتاژ})$$

شکل ۲-۱-۵ : دیاگرام برداری و منحنی های فلو و جریان ادی بویین ولتاژ در مقایسه با ولتاژ شبکه

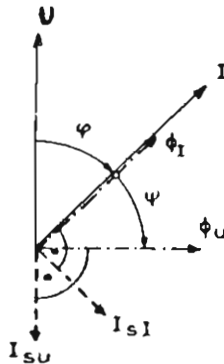
بویین جریان سیم پیچی است با تعداد دور بسیار کم که بطور سری با بار مصرفی متصل میگردد لذا جریان آن بسته به جریان بار مصرفی نسبت به ولتاژ شبکه به اندازه ϕ اختلاف فاز خواهد داشت . در صورتیکه بار اکتیو باشد $\phi = 0^\circ$ و در حالت بار راکتیو $\phi = 90^\circ$ است . فلوی ϕ_I با جریان شبکه با توجه به رابطه $\phi = Ni$ همفاز و متناسب با آن میباشد . جریانهای ادی ناشی از فلوی بویین جریان بر روی دیسک با ϕ_I متناسب بوده و نسبت به آن 90° تاخیر فاز دارد . این مطالب در شکل " ۲-۱-۶ " قابل مشاهده است .



(جریانهای ادی ناشی از تغییرات فلوی بویین جریان : $I_s I$ ، $\phi_I = K_I \times I$ ، $I_s I = C_I \times I$)

شکل ۶-۱-۲ : دیاگرام برداری و منحنی های فلوی و جریان ادی بویین جریان در مقایسه با جریان شبکه

مجموعه این روابط فازی در شکل "۷-۱-۲" دیده میشود.



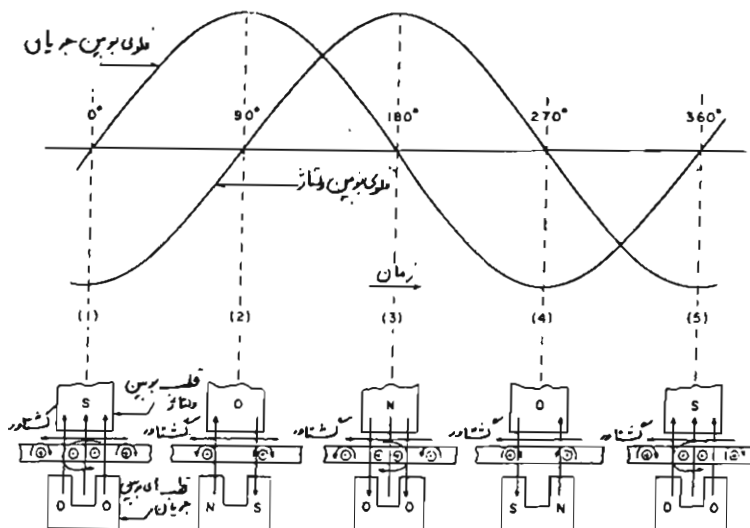
شکل ۷-۱-۲ : مجموعه روابط فازی بویین های ولتاژ و جریان

قبل از بررسی اثر این فلوها بر روی دیسک و ایجاد گشتاور حرکتی در آن لازم است نکته ای درباره علت بوجود آمدن این گشتاور بیان گردد. می دانیم که به یک هادی حامل جریان در یک میدان مغناطیسی نیرویی اعمال میگردد که اندازه این نیرو از رابطه $F = B \cdot I \cdot l$ بدست می آید. اگر $B = \frac{\phi}{A}$ باشد خواهیم داشت : $F = \frac{\phi}{A} \cdot I \cdot l$. گشتاور ناشی از این اعمال نیرو که سبب گشتن هادی به دور محور خود میگردد برابر است با : $M = F \cdot Rad$. لذا داریم :

$$M = \frac{\phi}{A} \cdot I \cdot l \cdot Rad = c \cdot \phi \cdot I \quad M = C \cdot \phi \cdot I$$

این رابطه ترجیه کننده علت بوجود آمدن گشتاورهای حرکتی موثر بر دیسک در ادامه بحث خواهد بود.

هنگامیکه بار اکتیو مصرف کننده توان باشد جریان آن و در نتیجه جریان بویین هم فاز با ولتاژ شبکه بوده و فلوی ناشی از آن نیز با ولتاژ هم فاز میباشد. لذا این فلوی با فلوی بویین ولتاژ 90° اختلاف فاز "تقدم فاز" دارد که این امر در شکل "۸-۱-۲" ملاحظه میگردد .



شکل ۸-۱-۲: منحنی های فلوی بوبین جریان و بوبین ولتاژ و نحوه اثر آنها بر دیسک

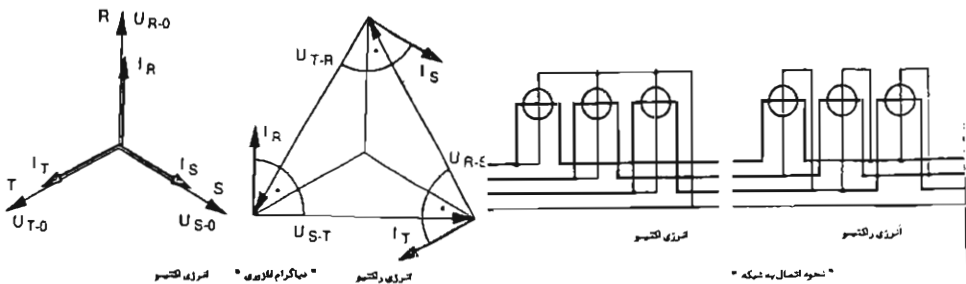
نحوه اثر این فلوها بر روی دیسک کنتور در ۴ نقطه منحنی که مطابق با ۴ زمان متفاوت و اساسی کارکنتور میباشد بصورت زیر تشریح میگردد:

در زمانهای ۱ و ۳ فلوی ناشی از بوبین جریان صفر میباشد در حالیکه تغییرات آن یعنی $\frac{d\phi}{dt}$ دارای ماکزیم مقدار خود است. این تغییرات سبب ایجاد نیروی محرکه القایی در مقابل قطب های هسته بوبین بر روی دیسک به عنوان یک هادی میگردد. نیروی محرکه القایی نیز سبب تولید جریانهای ادی بر روی دیسک و فلوی بصورت عمود بر دیسک خواهد شد. جهت این فلوها مطابق لenz بگونه ای است که با عامل بوجود آورنده خود یعنی فلوی بوبین جریان مخالفت میکند (در زمان ۱ در جهت کاهش فلو و در زمان ۳ در جهت افزایش آن) در این لحظه فلوی بوبین ولتاژ در یک منفی و یا مثبت خود بوده و دارای تغییرات صفر است لذا فلوی ثابتی در این لحظه در آن جریان دارد که سبب ایجاد قطب آهنربائی در مجاورت دیسک میگردد. اثر فلوی ثابت بوبین ولتاژ بر فلوی های ناشی از جریانهای ادی بگونه ای است که در سمت راست دیسک تجمع فلو و در سمت چپ آن پراکنندگی فلو وجود دارد.

حرکت دیسک در جهتی است که از تجمع فلو بکاهد بنابراین در خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت مینماید گشتاور محرکی که سبب این حرکت میگردد ناشی از اثر فلوهای بوبین ولتاژ بر جریانهای ادی حاصل از بوبین جریان بروی دیسک میباشد.

نحوه ایجاد گشتاور حرکتی در دیسک در زمانهای ۲ و ۴ نیز مشابه حالتیهای ۱ و ۳ است با این تفاوت که در این زمانها بوبین ولتاژ دارای جریان صفر و تغییرات ماکزیم $\frac{d\phi}{dt}$ بوده و بوبین جریان حاوی فلوی ثابت و قطب آهنربائی میباشد. نحوه اثر این فلوها بر دیسک بگونه ای خواهد بود که جهت حرکت آن همچنان در خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت باشد.

از آنجائیکه در بارهای سلفی $\phi = 90^\circ$ ، $\cos \phi = 0$ میباشد ، برای اندازه گیری انرژی راکتیو در کارخانجات و مراکز صنعتی که بار مصرفی بیشتر بصورت سلف یا اندوکتانس است ، بوبین های ولتاژ و جریان کنتور بگونه ای به یکدیگر و به شبکه متصل گردیده اند که کنتور قادر خواهد بود $V_I \sin \phi$ را اندازه گیری نماید. دیگرام فازو ری و همچنین نحوه اتصال کنتورهای اکتیو و راکتیو به شبکه بصورت مقایسه ای در شکل "۹-۱-۲" نشان داده شده است .



شکل ۹-۱-۲: دیاگرام فازوری و نحوه اتصال کنتورهای راکتیو به شبکه

کنتورهای الکترو مغناطیسی تاکنون در شکلهای و اندازه های گوناگون و در کلاسه های دقت 0.2, 0.5, 1.0, 2 ساخته در اختیار مصرف کننده های داخلی و خارجی قرار گرفته اند.

۲-۲- روش محاسبه انرژی در کنتورهای الکترونیکی

- کنتور الکترونیکی يك محاسب انرژی با استفاده از مدارهای الکترونیکی است بدین معنی که در آن حاصل ضرب ولتاژ و جریان توسط يك مدار الکترونیکی بدست آمده و سپس توسط يك واسطه به واحد نشان دهنده داده میشود. از آنجائیکه قسمت ضرب کننده يك مدار الکترونیکی میباشد ، ولتاژ و جریان ورودی از شبکه قبل از ورود به آن باید از يك تضعیف کننده عبور داده شود. این تضعیف کننده در مدار ولتاژ میتواند از نوع ترانس کاهنده ولتاژ و یا تقسیم کننده ولتاژ از نوع مقاومتی و یا خازنی باشد . (تقسیم کننده مقاومتی بعلت افت توان بالایی که نسبت به انواع دیگر دارد معمولاً مورد استفاده قرار نمی گیرد) این ولتاژ تضعیف شده پس از تثبیت بعنوان تغذیه المانهای الکترونیکی نیز مورد استفاده قرار میگیرد (Power Supply) تضعیف کننده جریان نیز میتواند از نوع شنت و یا ترانس کاهنده باشد. تنها در کنتورهای اثرهال بعلت نوع سیستم ضرب کننده نیازی به کاهش جریان شبکه برای اعمال به المان اثرهال وجود ندارد. پس از تبدیل دامنه ولتاژ و جریان به حد مورد نیاز قسمت ضرب کننده ، این قسمت قادر خواهد بود به ۲ طریق سیگنالی dc مناسب با حاصلضرب ولتاژ و جریان تولید کنند.

(MSM: Mark Space Amplitude modulation)

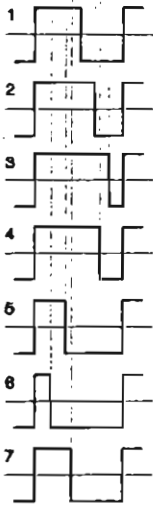
الف- روش

(Direct field sensor)

ب- استفاده از سنسور اثرمیدان

الف- روش Mark space Amplitude modulation :

در این روش سیگنال جریان توسط پالس هایی که عرض آنها متناسب با دامنه ولتاژ است مدوله میشود. در مدولاسیون عرض پالس توسط دامنه ولتاژ در صد duration پالس در هر لحظه با مقدار دامنه ولتاژ تنظیم میگردد. هنگامیکه دامنه ولتاژ صفر است عرض قسمت مثبت و منفی پالس یکسان است . در لحظاتی که ولتاژ دارای دامنه مثبت باشد عرض قسمت مثبت آن بیشتر از قسمت منفی و هنگامیکه ولتاژ دارای دامنه منفی باشد ، عکس این حالت خواهد بود.

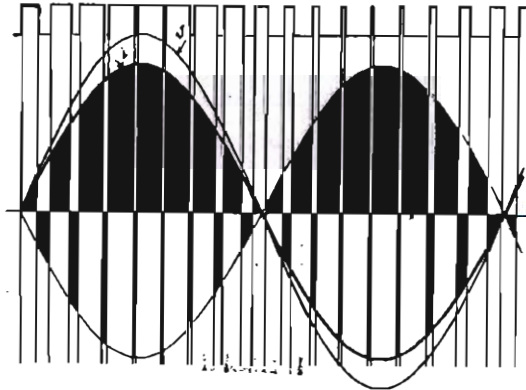


در شکل "۱-۲-۳" برای نقاطی از ولتاژ این تغییر duration پالس نشان داده شده است . قابل ذکر است که پریود پالسهای مذکور بین 200 us تا 500 us است . به پالس های ایجاد شده باین طریق Mark - Space - signal میگویند . پالس های مدوله شده توسط ولتاژ ، حال خود مدوله کننده سیگنال جریان خواهند بود . نحوه این مدولاسیون در شکل های ۲-۲-۲ ، ۲-۲-۳ برای زوایای فاز $\varphi = 0^\circ$ و $\varphi = 90^\circ$ نشان داده شده است .

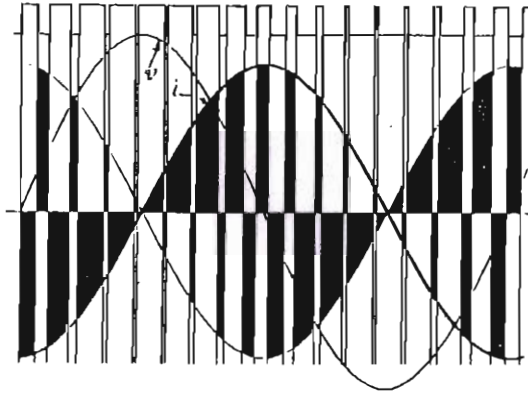
شکل ۱-۲-۳: تغییر duration پالس به ازاء تغییرات ولتاژ

MARK - SPACE - SIGNAL

$$\varphi = 0^\circ , \cos \varphi = 1$$



شکل ۲-۲-۲: مدولاسیون جریان توسط سیگنال MARK SPACE ناشی از ولتاژ در $\varphi = 0^\circ$



شکل ۲-۲-۳: مدولاسیون جریان توسط سیگنال MARK SPACE ناشی از ولتاژ در $\psi = 90^\circ$

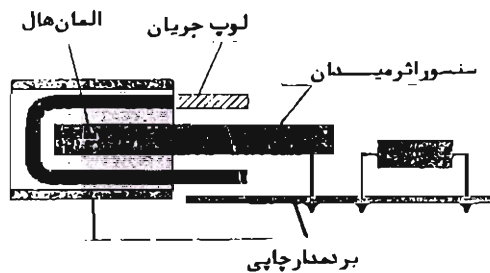
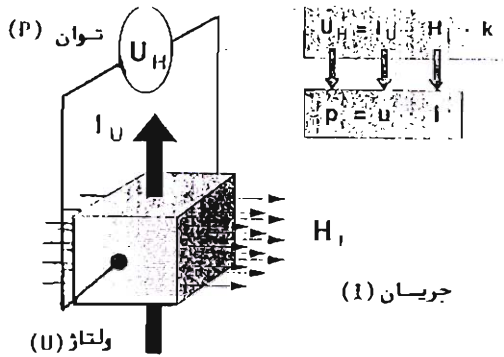
حاصل این دو مدولاسیون سیگنالی است که در آن عرض سیگنال متناسب با دامنه ولتاژ و دامنه آن متناسب با دامنه جریان خواهد بود و با توجه به فرمول $P = \int_{t_1}^{t_2} v(t) i(t) dt$ ، انتگرال سیگنال مزبور همان $v(t) i(t)$ است و حاصل سیگنالی αc است که متناسب با توان "P" میباشد.

از آنجائیکه سیگنالهای ولتاژ و جریان در هر لحظه اختلاف فاز خود را حفظ می کنند، این حاصلضرب لحظه ای قسمت زاویه فاز در محاسبه توان که همان $\cos \psi$ است را نیز دربر خواهد داشت.

همانگونه که در شکل ۲-۲-۳ مشاهده میگردد هنگامیکه بین ولتاژ و جریان اختلاف فازی به اندازه 90° وجود دارد، یعنی در کنتورهای راکتیو، حاصل انتگرال برابر صفر خواهد بود. لذا قبل از انجام عمل مدولاسیون بر روی این دو سیگنال نیاز است که یکی از آنها به اندازه 90° شیفت داده شود بنابراین کنتور راکتیو شامل قسمتی برای شیفت فاز 90° نیز خواهد بود.

ب- روش استفاده از سنسور اثر میدان "Direct field sensor"

روش دیگر بدست آوردن حاصلضرب ولتاژ در جریان استفاده از سنسور مذکور است که با استفاده از اثر هال کار می کند. ولتاژ نمونه برداری شده به دو سر المان هال این سنسور اعمال گردیده و سبب عبور جریان از این المان میشود. در این هنگام میدان مغناطیسی حاصل از جریان شبکه که در اطراف این المان وجود دارد، سبب انحراف مسیر عبور جریان و در نتیجه ایجاد اختلاف پتانسیل همان ولتاژی است که متناسب با حاصلضرب ولتاژ در جریان است که خود متناسب با توان خواهد بود. شکل "۲-۲-۴" نشان دهنده طرز کار المان اثر هال و شکل "۲-۲-۵" شامل نحوه اتصال این المان در مدار است.



ملاحظه می‌گردد که خروجی حاصل از قسمت ضرب کننده در هر دو روش ولتاژی dc است که متناسب با توان می‌باشد. هنگامیکه اندازه گیری توان در سیستم سه فاز صورت می‌پذیرد توان کل برابر حاصل جمع این ولتاژهای dc ناشی از هر فاز خواهد بود. بنابراین در سیستم سه فاز قسمتی بنام جمع کننده نیز نیاز می‌باشد. ولتاژ dc بدست آمده بدین طریق در طبقه بعدی کنتور که مبدل ولتاژ به فرکانس می‌باشد به پالس هائی با عرض ثابت با چکالی متناسب با توان اندازه گیری شده بدل می‌گردد. این پالس ها پس از عبور از تقسیم کننده های لازم به دو قسمت جهت نمایش ارسال می‌گردد:

- یک LED که جهت تست بر روی صفحه کنتور نصب می‌گردد.

- Display که اندازه توان در واحد زمان یا انرژی را نشان می‌دهد. این display میتواند بصورت مکانیکی LED و یا LCD باشد.

در حالت مکانیکی پالس ها به یک step - motor اعمال گردیده و سپس step - motor شمارنده ای مکانیکی را به چرخش در می‌آورد. در نشان دهنده LED پالس ها توسط یک Counter شمرده شده و سپس به LED اعمال می‌گردد. LCD نیز توسط یک LCD - driver قسار به نشان دادن انرژی مصرفی خواهد بود.

هم اکنون اکثر کارخانجات سازنده کنتور در سراسر دنیا کنتورهای الکترونیک در اندازه و شکلهای گوناگون در کلاسهای دقت 0.2 S ، 1.0 S ، 2.0 را تولید و به بازار عرضه نموده اند.

کوچکترین سایز کنتور الکترونیک توسط یک شرکت سوئدی در اندازه های $80 \times 110 \times 90$ (mm³) برای تکفاز و

3) $126 \times 110 \times 80 \text{ (mm}^3\text{)}$ برای سه فاز ساخته شده اند.

۳- مقایسه کنتورهای الکترو مغناطیسی (فراریس) و الکترونیکی

- مهندسین جوان در کارخانجات کنتور سازی تمایل زیادی به سیستمهای الکترونیک نشان می دهند و شمار متخصصین و علاقه مندان کنتورهای الکترو مغناطیسی سرعت رویکاهش هستند بگونه ای که اگر متخصصین جوان صاحب تصمیم شوند بزودی سیستمهای الکترو مغناطیسی را به انبار فراموشی شرکتها منتقل می سازند.

- قیمت کنتورهای الکترونیک در مقایسه با کنتورهای الکترو مغناطیسی دو یا سه برابر می باشد بنابراین تا ابداع المان های ارزاتر برتری قیمت کنتورهای فراریس تصمیم گیران صنعت کنتور سازی را با مشکل مواجه می نماید.

- طول عمر (Life time) و همچنین قابلیت اطمینان کنتورهای الکترو مغناطیسی بخوبی اثبات شده اند . کنتورهای الکترونیکی در این خصوص ادعای بیش از سایر ادوات مشابه نمی توانند داشته باشند در جدول زیر مقایسه ای در این خصوص صورت گرفته که کنتورهای فراریس امتیازی بیش از آنچه حتی دستگاه کنترل کننده ضریان قلب دارد بدست آورده است .

نام دستگاه	نرخ خرابی در سال (Failure rate per year)	زمان کارکرد در طول سال Operating time	متوسط عمر خدمت
کنتورهای الکترومغناطیسی	۰.۳ - تا ۰.۱ / ٪	۱۰۰٪	بیشتر از ۳۰ سال
لوازم الکترونیکی خانگی	۰.۳ تا ۰.۱ / ٪	۲۵٪	بیشتر از ۱۰ سال
ادوات الکترونیکی اتومبیل	۱٪	۲۰٪	بیشتر از ۱۰ سال
دستگاه کنترل کننده ضریان قلب	۰.۱۲٪	۱۰۰٪	بین ۵ تا ۱۰ سال
ادوات نظامی الکترونیکی	۰.۸٪	نامشخص	بیشتر از ۱۰ سال

جدول ۲-۳: مقایسه طول عمر لوازم الکترونیکی و الکترومغناطیسی

- خطای کنتورهای الکترونیک خطی تر بوده و نسبت به کنتورهای الکترومغناطیسی در شرایط کارکرد عادی ویژگی بهتری دارد لیکن پایداری این کنتورها در مقابل دستکاری به اندازه کنتورهای فراریس نیست .

- برگشت پذیری و بازیافت کنتورهای الکترونیکی (پس از اتمام طول عمر مفید) در مقایسه با کنتورهای فراریس بسیار پائین تر است زیرا تجربه نشان داده است که تمام اجزاء کنتورهای الکترومغناطیسی از قبیل فولاد ، آلومینیوم ، پلاستیک ها و ... پس قابل بازیافت هستند و حتی در بسیاری مواقع شستشو و تنظیم مجدد کنتورهای فراریس طول عمری برابر یک کنتور نورا می توان تضمین کرد در حالیکه هنوز روشی برای بازیافت بخشهای الکترونیک ابداع نشده اند خصوصاً که المان های جدید کارایی قدیمی را هر روز کم رنگ تر می نمایند بنابراین در صورتیکه در کشور ما نیز مقرراتی برای بازیافت و یا پس گیری محصولات فروخته شده پس از اتمام طول عمر وضع گردد بازپس گیری کنتورهای فراریس منبع در آمد و بازپس گیری کنتورهای الکترونیکی هزینه زا خواهند بود . و یا بعبارت دیگر تولید کنتورهای فراریس صدمات کمتری را متوجه طبیعت خواهد ساخت .

- کنتورهای فراریس ضمن قیمت پائین تر اشتغال زدایی بیشتری را دارند و این ویژگی تولید این کنتورها را در کشورهای جهان سوم و منجمله ایران مفیدتر جلوه می دهد.

- مواد اولیه عمده کنتورهای فراريس را فولاد ، آلومينيوم ، پلاستيك ، مس و برنج تشكيل ميدهد. كه در ايران در حال حاضر براي توليد كليۀ آنها سرمايه گذاري شده است در حاليكه توليد المان های الكترونيك نظير LCD و ميكروپروسسور و غيره در آينده نزديك در ايران محتمل نيست . فلذا توليد كنتورهای الكترونيك در ايران ارزش افزوده كمتري و ارزبري بيشتري خواهد داشت .

- كنتورهای فراريس بايستي از نظر ترازو شاقول در موقعيت خاصي نصب گردد تا دقت لازم را داشته باشند در حاليكه كنتورهای الكترونيك را در هر وضعيتي ميتوان نصب كــــرد.

- اطلاعات سيستمهای الكترونيك در صورت خرابي بكلي محو يا دگرگون مي شوند در حاليكه كنتورهای الكترومغناطيسي با شمارنده مكانيكي در صورت خرابي هم اطلاعات را تا حدودي حفظ مي نمايند .

4- نتيجۀ گيري

با توجه به مواردی که در بخش مقایسه ذکر گردید کنتور الكترونيك در بخش اندازه گيري و نگهداري اطلاعات نتوانسته از اعتبار ادوات مكانيكي برخوردار شود. سالها از شروع بكار نشان دهنده های LCD و LED مي گذرد اما هنوز سهم بازار آنها از ۲۵٪ تجاوز نكرده است . اين در حالي است كه پيش بيني های اوليه خبير مرگ آنالوگ ها را ترجيح دادند. اما پذيرش مأموريت های اما در پاره ای موارد حتى بازار بعد از آزمایش اين محصولات مجدداً آنالوگ ها را ترجيح دادند. اما پذيرش مأموريت های زياد توسط سيستم های الكترونيك در مواردی كه ضرورت دارد ميدان رقابتي براي مكانيزم های قديمي باقي نگذاشته است . از طرف ديگر هم شكست پي در پي سنت گراها در مقابل موج الكترونيك اين باور را بوجود آورده كه دفاع از كنتورهای الكترومغناطيسي هم نظير ساير موارد محكوم به شكست است . و اين شهادت پايداري را از مدافعین كنتورهای فراريس سلب كرده است ولي كنتورهای الكترونيك عرضه شده تاكنون جايگزين مناسبی براي انواع الكترومغناطيسي نيستند مگر در آينده تحولی در المان های الكترونيك و قيمت آنها پديد آيد.

با همه اين ها كنتورهای الكترومغناطيسي با ویژگیهای طول عمر ، قابليت اطمینان و مأموريت پذيري (تعرفه و ماكسيمتر) حداقل برای ده سال آينده توليد و مصرف خواهند شد و از طرفی با توجه به امكانات و سرمايه گذاريهای وسيع گذشته در ايران براي توليد كنتورهای الكترومغناطيسي و رضائيت نسبي مشتريان (شركتهای توزيع و مردم) از توليدات داخلي تجديد سرمايه گذاري براي توليد كنتورهای الكترونيك قبل از اثبات برتري آنها صرفه و صلاح ملي را در بر ندارد. هر چند شركت كنتورسازي ايران در حال تدوين دانش نوع الكترونيك كنتور ميباشد و در اين راستا دست آوردهای قابل توجهی نيز داشته است.

5- منابع

- 1- ELECTRICAL METER MEN' S HANDBOOK (PUBLISHED BY EDISON ELECTRIC INSTITUTE)
- 2- METER MEN'S NOTBOOK (LANDIS & GRY)
- 3- جزوات آموزشي دوره های لاندیس اند گري
- 4- GENERAL ELECTRICAL ENGINEERING (AEG MANUAL 2)
- 5- AMERICAN NATIONAL CODE FOR ELECTRICITY METERING
- 6- HALL EFFECT DEVICES (ADAM HIGER)