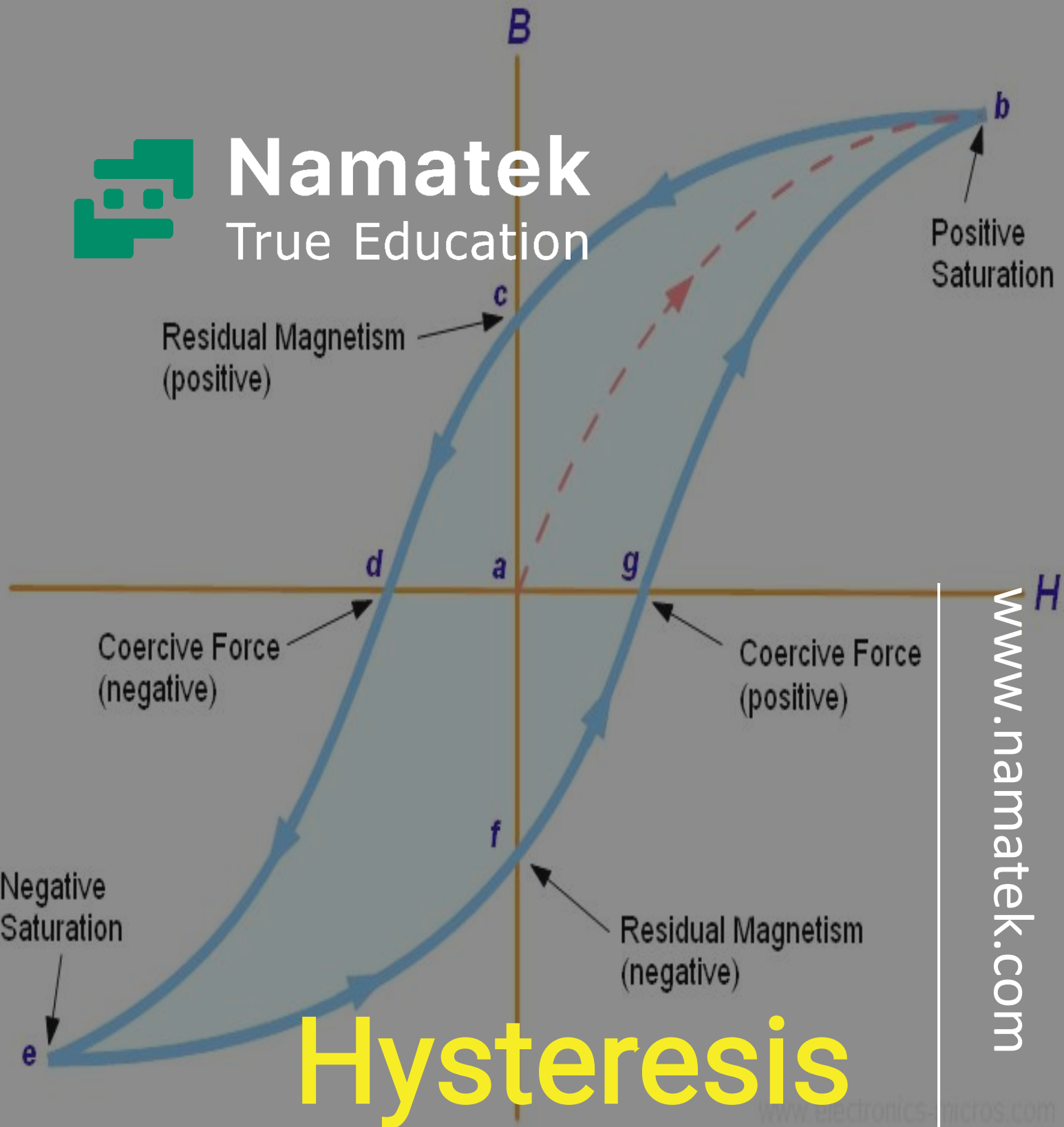




Namatek
True Education



منحنی هیستریزیس چیست؟

فهرست مطالب

۱. منحنی هیستریزیس چیست؟
۲. پدیده هیستریزیس به بیان ساده (Hysteresis)
۳. انواع هیستریزیس
۴. منحنی هیستریزیس الکتریکی
۵. کاربرد هیستریزیس در الکترونیک

گاهی اوقات تغییر ناگهانی و ناخواسته وضعیت سیستم خسارات جبران ناپذیر به بار می آورد که این مشکل را با استفاده از یک منحنی هیستریزیس ساده می توان برطرف کرد. این حلقه دارای مدار ساده ای است و به راحتی در مدار قابل پیاده سازی خواهد بود. در این مقاله برایتان از پدیده هیستریزیس، انواع و کاربرد آن در الکترونیک خواهیم گفت. لطفا تا انتها با ما همراه شوید.

منحنی هیستریزیس چیست؟



منحنی هیستریزیس برخلاف معنایش که از یک واژه یونانی با مفهوم "کم آوردن" گرفته شده است، بسیار کارآمد و مفید هست و می توان گفت در تمام علوم نظیر فیزیک، شیمی، مهندسی، زیست شناسی، اقتصاد و... کم نمی آورد و بسیار کاربرد دارد.

این اصطلاح نخستین بار، در سال ۱۹۸۰ میلادی، توسط جیمز آلفرد اوینگ (James Alfred Ewing) با هدف توصیف رفتار مواد مغناطیسی به کار

گرفته شد. کاربرد منحنی هیستریزیس در مواد فرو مغناطیس بسیار جالب و متنوع می باشد. وسایلی نظیر نوارهای مغناطیسی، هارد درایوها و کارت های اعتباری نمونه هایی از به کار گیری پدیده هیستریزیس در تکنولوژی ساخت آنها می باشند. حافظه به وجود آمده بر روی این مواد به دلیل بهره گیری از آهنرباهای سخت با خاصیت مغناطیسی شدن بالا به سادگی پاک نمی شود.

پدیده هیستریزیس به بیان ساده (Hysteresis)

به نمایش درآوردن و مدل سازی وابستگی حالت فعلی یک سیستم به حالت های قبلی (مسیر تغییرات) را در اصطلاح هیستریزیس و یا پسماند می گویند. برخی مواد دارای حافظه شکلی هستند به این معنا که در خود قابلیت ثبت و حفظ یک شکل اولیه را دارند و در اثر یک محرک نظیر دما، نور یا محیط شیمیایی از شکل ثانویه خود به شکل اولیه بازبایی می شوند.

این نوع از مقاومت در برابر تغییر شکل و هم چنین روند تغییرات سبب به وجود آمدن پدیده هیستریزیس خواهد شد. تمام سیستم هایی که دارای پدیده هیستریزیس هستند غیر خطی می باشند و مدل سازی آن ها از نظر ریاضی دشوار است. از مدل هایی که ویژگی های عمومی هیستریزیس را مورد مطالعه قرار می دهند می توان به مدل پریزاک (Preisach Model) و مدل بوک-ون (Bouc-Wen Model) اشاره نمود.

هیستریزیس با ناهموار بودن مسیرها بین حالت های شدید مشخص می شود، به همین دلیل وجود یک حلقه زاویه دار حاد در نمودارها به نام حلقه هیستریزیس در نمایش تغییر حالت الزامی است. این حلقه، وابستگی مبهم وضعیت سیستم به مقدار اولیه (با تغییر چرخه) را به تصویر می کشد. در طبیعت، منحنی هیستریزیس معمولاً با نوسانات ترمودینامیکی برگشت ناپذیری همچون تغییر فاز و اصطکاک داخلی همراه می باشد. یکی از پیامدهای متداول در این پدیده، هدررفت (Dissipation) شناخته شده است.



به غیر از سیستم های طبیعی، هیستریزیس در بسیاری از سیستم های مصنوعی نیز به کار گرفته می شود که از جمله می توان به ترموستات ها و «اشمیت تریگرها» اشاره نمود که در تمام آنها وظیفه هیستریزیس جلوگیری از تغییر ناگهانی و ناخواسته وضعیت سیستم است.

انواع هیستریزیس

به طور کلی میتوان هیستریزیس را به دو گروه، وابسته به نرخ و مستقل از نرخ تقسیم بندی کرد.

هیستریزیس وابسته به نرخ

هرگاه مقدار ورودی به سمت صفر میل کند، برای یک مدت زمان محدود پاسخی به عنوان خروجی دریافت خواهیم کرد. این فضای ایجاد شده دلیل به وجود آمدن حافظه ای از گذشته سیستم می شود اما حافظه ایجاد شده محدود است؛ زیرا با رسیدن خروجی به مقدار صفر از بین خواهد رفت. اختلاف فاز به فرکانس ورودی وابسته است و با کاهش فرکانس سیر نزولی (به سمت صفر) پیدا خواهد کرد.

زمانیکه پیامدهای ناشی از هدررفت (مانند اصطکاک) سبب پدیده هیستریزیس وابسته به نرخ شوند، آنگاه سیستم با افت توان همراه خواهد بود.

هیستریزیس مستقل از نرخ

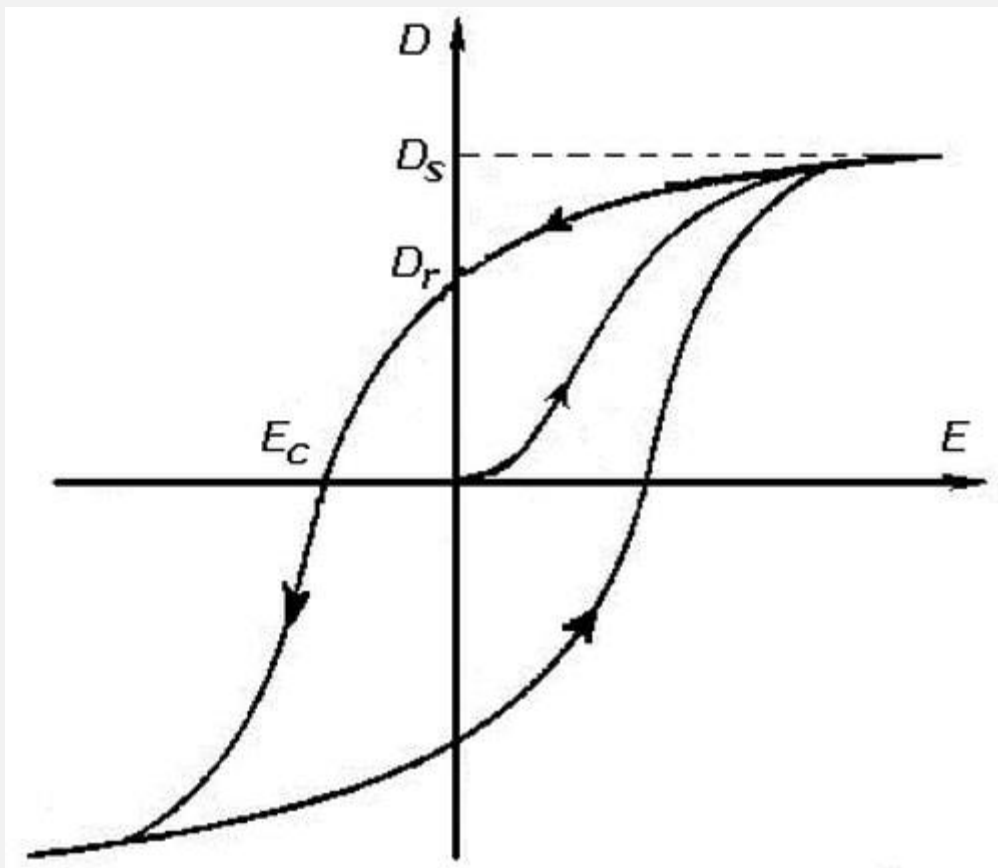
سیستم هایی که دارای پدیده هیستریزیس مستقل از نرخ هستند، حافظه ماندگاری از گذشته خود دارند. تاریخچه حالت های قبلی این سیستم ها محدوده حافظه را برایشان مشخص می کند. این حافظه با مرور زمان و دور شدن از حالت قبلی از بین نمی رود. هنگامی که متغیر ورودی سیستم

درون یک چرخه از A تا B تغییر کند و دوباره به حالت اول بازگردد، خروجی به دست آمده به سرعت پیمایش مسیر بستگی ندارد و تنها به مسیر طی شده وابسته است. اغلب پدیده های هیستریزیس مستقل از نرخ می باشند.

منحنی هیستریزیس الکتریکی

برخی از مواد دارای خاصیت فروالکتریسیته (Ferroelectricity) هستند که این ویژگی سبب چیدمان منظم اتم ها و مولکول ها در سطوح سلول واحد و در نتیجه به وجود آمدن دوقطبی های الکتریکی دائم می شود که جهت آنها با اعمال میدان الکتریکی خارجی قابل تنظیم می باشد. همین ویژگی باعث می شود که مواد فروالکتریک برای استفاده در حافظه های قابل بازنویسی مانند دیسک های سخت بسیار مناسب باشند.

با توجه به تعریف بالا می توان نتیجه گرفت که مواد دارای خاصیت فرو الکتریکی دارای حافظه برای حفظ حالت هستند پس شاهد به وجود آمدن پدیده هیستریزیس در آن ها خواهیم بود. زمانیکه حوزه های قطبش بخشی از قطبش کل را تشکیل داده باشند می توان تشکیل پدیده هیستریزیس را مشاهده نمود. آنچه باعث قطبیت مولکول های ماده می شود (گشتاور دوقطبی الکتریکی) را قطبش می نامیم. ساز و کار هیستریزیس الکتریکی درست مانند هیستریزیس مغناطیسی می باشد.



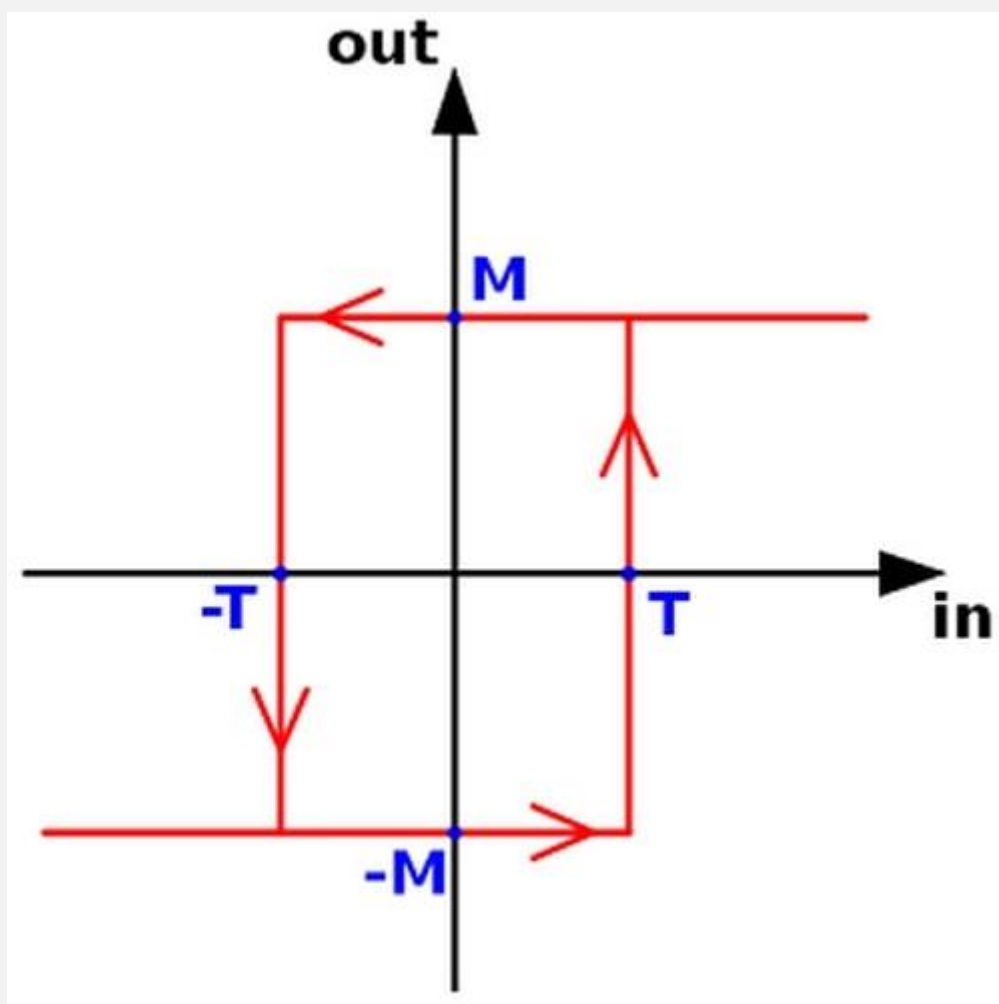
در تصویر بالا منحنی های نمودار میدان جابجایی الکتریکی (D) یک ماده فرو الکتریک در برابر میدان الکتریکی (E) تشکیل یک حلقه هیستریزیس داده اند.

منحنی هیستریزیس عملکرد اشمیت تریگر (Schmitt Trigger)

اکثر مواقع برای جلوگیری از تغییر وضعیت ناخواسته و ناگهانی مدارهای الکترونیکی، مقدار مشخصی هیستریزیس به مدار داخلی اضافه می شود. این مدار ساده الکتریکی اشمیت تریگر نام دارد که با هدف مقابله با پرش

ناگهانی کلیدهای تغییر وضعیت یا نویز موجود در سیگنال های الکتریکی، طراحی شده است و در آن فیدبک مثبت استفاده می شود.

در ورودی آی سی ها برای تبدیل موج سینوسی به مربعی و یا اصلاح صفر و یک های خراب شده به علت نویز و اعوجاج از اشمیت تریگر استفاده می کنیم. منحنی هیستریزیس عملکرد اشمیت تریگر به ازای ورودی های مختلف به شکل زیر است.



کاربرد هیستریزیس در الکترونیک

پدیده هیستریزیس در مدارهای الکترونیکی کاربردهای فراوانی دارد. رله نگه دارنده (Latching Relay) که در آنها از سیم لوله برای به حرکت درآوردن یک مکانیسم ضامن چرخ دنده استفاده می شود نمونه ایی از کاربرد هیستریزیس در الکترونیک است. سازوکار این قطعه حتی در صورت قطع شدن نیروی ورودی نیز به گونه ای است که باعث بسته ماندن آن می شود.

ممریستورها (Memristors) نیز مثالی دیگر از کاربرد هیستریزیس در الکترونیک هستند که وجود هیستریزیس برای عملکرد آنها ضروری است. این قطعه در صورت قطع شدن جریان عبوری، آخرین مقاومت مدار را درون خود حفظ می کند. برای اتصال آرایه های مختلفی مثل موارد زیر نیز از هیستریزیس استفاده می کنند:

- المان هایی نظیر قطعات نانو الکترونیک
- سلول های الکتروکروم
- دستگاه های دارای اثر حافظه از طریق آدرس دهی ماتریس منفعل (Passive Matrix Addressing)



در این مدل ها، چندین مسیر میانبر بین مولفه های مجاور در یک آرایه به وجود می آید تا هیستریزیس بتواند به پایداری وضعیت مولفه ها در حین تغییر وضعیت مولفه های دیگر کمک کند.