

دانشگاه سبزگان

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: برق_الکترونیک

عنوان: کنترل دیجیتال فرآیند دما

استاد راهنما: جناب آقای دکتر جلیلوند

نگارش: فائزه شریفی فرد

خرداد ۱۳۸۷

فهرست

مقدمه..... ۲

فصل اول

مقدمه ای بر سیستم های کنترل..... ۳

فصل دوم

پروژه کنترل دما با استفاده از کامپیوتر های دیجیتال..... ۱۰

فصل سوم

الگوریتم تنظیم پارامتر های کنترل کننده PID..... ۱۷

فصل چهارم

فرایند نمونه برداری..... ۲۲

فصل پنجم

پیاده سازی دیجیتال..... ۲۹

فصل ششم

دما و اندازه گیری آن..... ۳۳

فصل هفتم

مدل ریاضی..... ۳۹

فصل هشتم

پیاده سازی سخت افزار..... ۴۶

فصل نهم

پیاده سازی نرم افزار..... ۴۹

مراجع..... ۵۷

مقدمه

هدف از این پروژه طراحی و پیاده سازی یک کنترل کننده دیجیتال PID به منظور کنترل دیجیتال

فرآیند دما است. کنترل کننده های PID به طور وسیع در صنعت به عنوان یک وسیله کنترل سیستم

استفاده می شوند. اگر یک کنترل کننده PID به طور صحیح پیاده سازی شود نویسان نخواهند کرد و

خطای حالت ماندگار با زمان به سمت صفر میل می نماید.

توسعه فوق العاده کامپیوترهای دیجیتال (میکروکنترلرها و میکروپروسسورها) و استفاده گسترده آن ها

در تمام زمینه های کاربردی تغییرات مهمی را در طراحی سیستم های کنترلی ایجاد کرده است.

در این پروژه کنترل دما با استفاده از کنترل کننده کلاسیک دیجیتال مورد مطالعه و پیاده سازی قرار می

گیرد. برای این منظور فرایند دما (به عنوان یک فرایند صنعتی) با استفاده از یک سنسور اندازه گیری

شده و با استفاده از کنترل کننده دیجیتال مناسب و یک میکروکنترلر پیاده سازی می شود. عملکرد

صحیح سیستم مستلزم کنترل دو طرفه گرمایش و سرمایش است.

این پروژه به منظور آشنایی با روش های طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل دیجیتال و همچنین آشنایی با

روش های طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل دیجیتال و همچنین آشنایی با

روش های طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل دیجیتال و همچنین آشنایی با

روش های طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل دیجیتال و همچنین آشنایی با

روش های طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل دیجیتال و همچنین آشنایی با

روش های طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل دیجیتال و همچنین آشنایی با

روش های طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل دیجیتال و همچنین آشنایی با

روش های طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل دیجیتال و همچنین آشنایی با

روش های طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل دیجیتال و همچنین آشنایی با

روش های طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل دیجیتال و همچنین آشنایی با

روش های طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل دیجیتال و همچنین آشنایی با

روش های طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل دیجیتال و همچنین آشنایی با

روش های طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل دیجیتال و همچنین آشنایی با

روش های طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل دیجیتال و همچنین آشنایی با

روش های طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل دیجیتال و همچنین آشنایی با

فصل اول

مقدمه ای بر سیستم های کنترل



۱-۱ مقدمه [۱]

برق آزمایشگاه پروژه یک سیستم کنترل مجموعه ای از اجزاست که با هم و برای هدف معینی کار آمی میکنند. این مجموعه سیستمی را تشکیل می دهند که یک پاسخ مطلوب را فراهم خواهد کرد.

۱-۱-۱ انواع سیستم ها

سیستم ها به دو دسته (تک ورودی، تک خروجی) و (چند ورودی، چند خروجی) تقسیم بندی می شوند. همچنین سیستم ها را می توان به دو دسته خطی و غیر خطی تقسیم کرد. اکثر سیستم های برق آزمایشگاه

موجود غیر خطی هستند ولی بسیاری از سیستم ها را می توان در محدوده ای خاص با تقریب خوب، خطی فرض کرد.

۱-۱-۲ هدف از کنترل

برای آشنایی با سیستم های برق آزمایشگاه پروژه یک سیستم را در نظر بگیرید.

- تبعیت مناسب خروجی از ورودی
- کاهش اثر اغتشاش و نویز در خروجی
- بهینه کردن انرژی

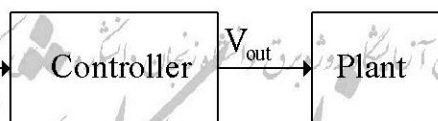
۱-۲ انواع سیستم های کنترل [۲]

در مثال کلاسیکی که سویچ یک هیتر الکتریکی را کنترل می کند، اپراتور هر دو عملکرد تصمیم گیری و اجرا را بر عهده دارد. سیستمی که اپراتور در آن دخیل باشد کنترل دستی نامیده می شود. اگر در اینجا اپراتور با یک سویچ زمانی جایگزین شود که هیتر را به یکی از دو حالت روشن و خاموش در یک مدت

زمانی معین سویچ کند آن سیستم یک سیستم ترتیبی اتوماتیک است. این سیستم نمی تواند اگر می تواند تولید شده هیتر را چک کند و دمای محیط تاثیر بر سویچ زمانی ندارد.

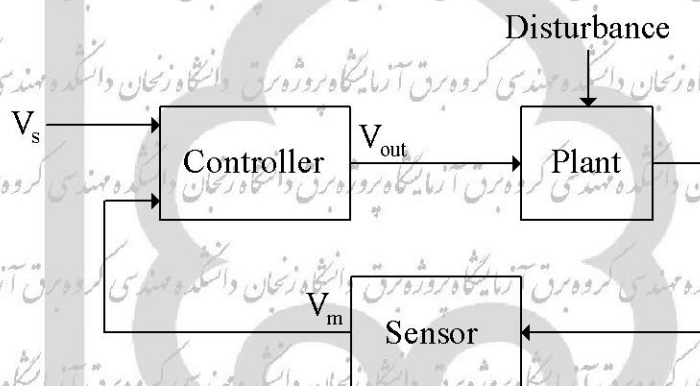
برق آزمایشگاه پروژه یک سیستم ترتیبی اتوماتیک است. این سیستم نمی تواند اگر می تواند تولید شده هیتر را چک کند و دمای محیط تاثیر بر سویچ زمانی ندارد.

می شود. سیستم کنترل حلقه باز اغلب با کنترل دستی همراه است. (شکل (۱-۱))



شکل (۱-۱) بلوک دیاگرام سیستم کنترلی حلقه باز

اغلب سیستم های کنترلی اتوماتیک، یک حلقه فیدبک فعال دارند که به سیستم اجازه می دهد تا پاسخ کنترل را ارزیابی کرده و عملیات کنترلی را تنظیم کند. به این ترتیب مقدار یک متغیر کنترلی بر یک مقدار مطلوب^۲ نگهداشته می شود. (شکل (۲-۱))



شکل (۲-۱) بلوک دیاگرام سیستم کنترلی حلقه بسته

گیر می کند و آن را به دستگاه کنترلی می دهد تا آن را با مقدار مطلوب^۳ مقایسه و خروجی^۵ را جهت کاهش خطا^۴ تنظیم کند. شکل (۳-۱) الگوریتم کنترلی ساده ای را شرح می دهد که در آن فرآیند

^۱ Open loop

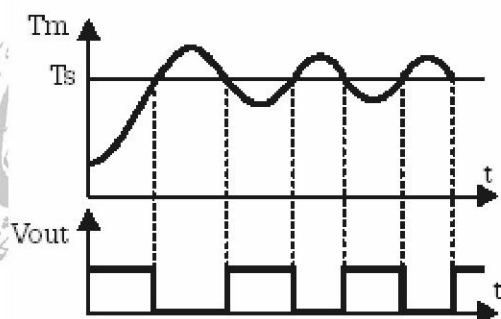
^۲ Set point

^۳ V_m

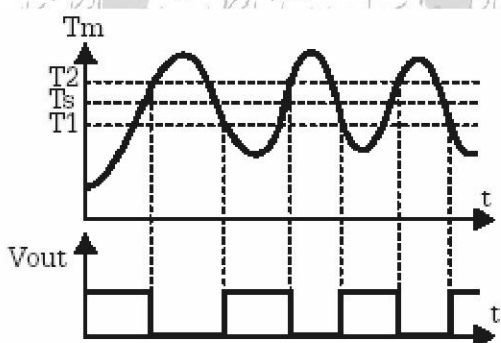
^۴ V_s

^۵ V_{out}
 $e = V_s - V_m$

کنترلی قابل تغییر، دما است. خروجی مدار کنترلی وقتی دمای اندازه گیری شده^۱ پایین تر از دمای مطلوب^۲ باشد المان های گرمایی را روشن می کند و اگر دمای اندازه گیری شده بیشتر از دمای مطلوب باشد المان های گرم کننده را خاموش می کند.



شکل (۳-۱) موج کنترل on-off



شکل (۴-۱) On-off کنترل با هیستریزیس

اغلب خیلی بزرگ است. یک راه حل جهت رفع این مشکل استفاده از کنترل تناسبی است. در این حالت خروجی مدار کنترلی، قدرت اعمالی به هیتر را متناسب با سیگنال خطا تنظیم می کند.

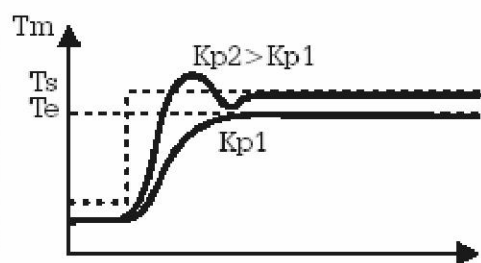
$$e(t) = T_S - T_m$$

$$V_{out} = K_p \times e(t)$$

(۲-۱)

K_p بهره تناسبی مدار کنترلی نامیده می شود. پاسخ این سیستم به تغییر پله دما در دمای مطلوب در

شکل (۵-۱) نشان داده شده است.



شکل (۵-۱) موج کنترول تناسبی

در غیاب اغتشاشات سیستم، یک دمای حالت ماندگار ($T_e < T_s$) به دست می آید. خطای حالت ماندگار

مطلوب را نتیجه می دهد. در حقیقت برای مقادیر خیلی بزرگ K_p ، کنترل تناسبی مانند کنترل on-off شرح داده شده در بالا عمل می کند.

معادله (۲-۱) شرایط سیستم را تنها در زمان فعلی نشان می دهد بنابراین برای حل مسایل ناشی از

شکل ریاضی این مسئله به وسیله یک انتگرال بر روی یک فاصله زمانی بیان می شود. فرمول (۳-۱) خروجی یک سیستم کنترلی PI را نشان می دهد.

$$V_{out} = k_p \times e(t) + k_i \int_0^t e(t) dt \quad (3-1)$$

تأثیر عبارت انتگرالی که تنظیم خروجی مدار کنترلی است تا میانگین زمانی خطا به صفر میل کند. توجه

کنید اگر خطا برای یک دوره پررود بزرگ است به طور مثال بعد از یک تغییر بزرگ در مقدار مطلوب یا در زمان شروع^۲، در این صورت زمان زیادی برای باز سازی آن نیاز است. یک روش برای حل این مشکل جلوگیری از عملکرد ترم انتگرالی در این مواقع می باشد. (زمانی که خطا بیشتر از باند تناسبی است).

Over shoot
Start up

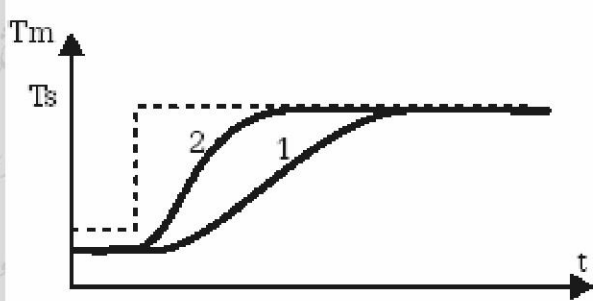
عبارت انتگرالی مشکلات خطای حالت ماندگار را بر طرف می کند اما نمی تواند مشکلات ناشی از اضافه جهش را حل کند. اصولاً با نگهداری k_p در مقادیر نسبتاً پایین ممکن است اضافه جهش نداشته باشیم. (شکل (۶-۱) منحنی ۱)

برق آزمایشگاه پروژه برای کاهش زمان پاسخگویی^۸ لازم است یک عبارت جدید به معادله بالا اضافه کنیم. این عبارت نباید با سرعت تغییرات خطا متناسب باشد، این عبارت مشتق اول $e(t)$ است. فرمول (۴-۱) یک عبارت عمومی از خروجی یک سیستم کنترلی PID است.

$$V_{out} = k_p \times e(t) + k_i \times \int_0^t e(t) dt + k_d \times \frac{de(t)}{dt} \quad (۴-۱)$$

برق آزمایشگاه پروژه برای کاهش زمان پاسخگویی^۸ لازم است یک عبارت جدید به معادله بالا اضافه کنیم. این عبارت نباید با سرعت تغییرات خطا متناسب باشد، این عبارت مشتق اول $e(t)$ است. فرمول (۴-۱) یک عبارت عمومی از خروجی یک سیستم کنترلی PID است.

برق آزمایشگاه پروژه برای کاهش زمان پاسخگویی^۸ لازم است یک عبارت جدید به معادله بالا اضافه کنیم. این عبارت نباید با سرعت تغییرات خطا متناسب باشد، این عبارت مشتق اول $e(t)$ است. فرمول (۴-۱) یک عبارت عمومی از خروجی یک سیستم کنترلی PID است.



برق آزمایشگاه پروژه برای کاهش زمان پاسخگویی^۸ لازم است یک عبارت جدید به معادله بالا اضافه کنیم. این عبارت نباید با سرعت تغییرات خطا متناسب باشد، این عبارت مشتق اول $e(t)$ است. فرمول (۴-۱) یک عبارت عمومی از خروجی یک سیستم کنترلی PID است.

برق آزمایشگاه پروژه برای کاهش زمان پاسخگویی^۸ لازم است یک عبارت جدید به معادله بالا اضافه کنیم. این عبارت نباید با سرعت تغییرات خطا متناسب باشد، این عبارت مشتق اول $e(t)$ است. فرمول (۴-۱) یک عبارت عمومی از خروجی یک سیستم کنترلی PID است.

عبارت تناسبی وضعیت حال حاضر سیستم را شرح می دهد و عبارت انتگرالی مقادیر گذشته سیستم را ارزیابی می کند در صورتی که عبارت مشتق گیر اطلاعات درباره گرایش سیستم در آینده را نشان

می بخشد. مقادیر منفی مشتق نیز به این معنی است که خطا در حال کاهش است و پارامترهای کنترلی به مقدار مطلوب نزدیک می شوند.

برق آزمایشگاه پروژه برای کاهش زمان پاسخگویی^۸ لازم است یک عبارت جدید به معادله بالا اضافه کنیم. این عبارت نباید با سرعت تغییرات خطا متناسب باشد، این عبارت مشتق اول $e(t)$ است. فرمول (۴-۱) یک عبارت عمومی از خروجی یک سیستم کنترلی PID است.

برق آزمایشگاه پروژه برای کاهش زمان پاسخگویی^۸ لازم است یک عبارت جدید به معادله بالا اضافه کنیم. این عبارت نباید با سرعت تغییرات خطا متناسب باشد، این عبارت مشتق اول $e(t)$ است. فرمول (۴-۱) یک عبارت عمومی از خروجی یک سیستم کنترلی PID است.

برق آزمایشگاه پروژه برای کاهش زمان پاسخگویی^۸ لازم است یک عبارت جدید به معادله بالا اضافه کنیم. این عبارت نباید با سرعت تغییرات خطا متناسب باشد، این عبارت مشتق اول $e(t)$ است. فرمول (۴-۱) یک عبارت عمومی از خروجی یک سیستم کنترلی PID است.

برق آزمایشگاه پروژه برای کاهش زمان پاسخگویی^۸ لازم است یک عبارت جدید به معادله بالا اضافه کنیم. این عبارت نباید با سرعت تغییرات خطا متناسب باشد، این عبارت مشتق اول $e(t)$ است. فرمول (۴-۱) یک عبارت عمومی از خروجی یک سیستم کنترلی PID است.

سیستم های کنترل دما به طور ذاتی سیستم های با پاسخ کند و آهسته هستند بنابراین عبارت مشتق گیر در این نوع سیستم ها به ندرت سودمند است.

مابین نامرکز کارشناسی



دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

مراجع:

[۱] Dogan ibrahim, Microcontroller based applied digital control, ۲۰۰۶

[۲] I.susnea, m.mitescu, Microcontrollers in practice.

[۳] Dogan ibrahim, microcontroller based temperature monitoring and control,

September ۲۰۰۲.

[۴] Temperature controller

[۵] James R.Carstens, P.E. Automatic control systems and components, ۱۹۹۰.