دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی برق

کنترل سطح مایع مخازن در مصارف صنعتی توسط PLC

پایان‌نامه کارشناسی

رشته مهندسی برق

گرایش کنترل

نام دانشجو:

پویان رحمانی

استاد راهنما:

دکتر ابوالفضل جلیلوند

شهریورماه ۱۳۹۶

تشکر و قدردانی

با سپاس فراوان از راهنمایی‌ها و زحمات استاد محترم و گران‌قدر جناب آقای دکتر ابوالفضل جلیلوند و همین‌طور جناب آقای مهندس مجید قرابیگی که باراهنمایی‌هایشان این‌جانب را در انجام پروژه و همچنین نگارش این اثر یاری نمودند.

تقدیم به

ماحصل آموخته‌هایم را تقدیم می‌کنم به آنان که مهر آسمانی‌شان آرام‌بخش آلام زمینی‌ام است.

به استوارترین تکیه‌گاهم، دستان پرمهر پدرم. به سبزترین نگاه زندگی‌ام، چشمان سبز مادرم. که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بکوشم قطره‌ای از دریای بی‌کران مهربانی‌تان را سپاس نتوانم بگویم. امروز هستی‌ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشتم رضای شما. گران‌سنگ‌تر از این ارزان نداشتم تا به خاک‌پایتان نثار کنم، باشد که حاصل تلاشم نسیم گونه غبار خستگی‌تان را بزداید.

بوسه بر دستان پرمهرتان

چکیده

کنترل مخازن آب و سیالات همواره یکی از مهم‌ترین موضوع‌های اصلی در صنعت به‌ویژه در صنایع نفت و گاز است. با توجه به خواصی که سیال دارا است و همچنین شرایط محیطی که مخزن و سیال در آن منطقه مورداستفاده قرار می‌گیرند و نیز نرخ استفاده مصرف‌کنندگان ، کنترل کردن چنین فرآیندی بسیار حائز اهمیت است.

در این پایان‌نامه سعی بر آن شده تا با شبیه‌سازی کامپیوتری و همین‌طور ساخت و کنترل یک مورد از مخازن آب به‌طور عملی ، این سبک از کنترل توسط جدیدترین سیستم‌های کنترلی موردبررسی قرار بگیرد.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل ۱: مقدمه **۳**
۱-۱- شرح مسئله ۴
۱-۲- ساختار پایان‌نامه ۴

فصل ۲: بررسی حالت های مختلف مخازن مایع **۵**
۲-۱- مقدمه ۶
۲-۲- بررسی حالت های مختلف مخزن ۶
۲-۲-۱- حالت اول: مخزن فقط دارای لوله خروجی مایع است ۷
۲-۲-۲- حالت دوم: مخزن فقط دارای لوله ورودی مایع است ۸
۲-۲-۳- حالت سوم: مخزن دارای لوله ورودی و خروجی مایع است ۹
۲-۲-۴- حالت خاص: مخزن دارای ورودی متغیر و لوله خروجی است ۹

فصل ۳: کنترل کننده ها و روش تنظیم آن ها **۱۲**
۳-۱- مقدمه ۱۳
۳-۲- کنترل کننده ها از نظر نیرو و انرژی محرکه ۱۴
۳-۳- کنترل کننده ها از نظر قانون کنترل ۱۵
۳-۳-۱- کنترل‌کننده‌های دو وضعیتی ۱۵
۳-۳-۲- کنترل‌کننده‌های تناسبی ۱۷
۳-۳-۳- کنترل‌کننده‌های انتگرالی ۱۹
۳-۳-۴- کنترل‌کننده‌های مشتق گیر ۲۱
۳-۳-۵- کنترل‌کننده‌های تناسبی-انتگرالی ۲۲
۳-۳-۶- کنترل‌کننده‌های تناسبی-مشتق گیر ۲۳
۳-۳-۷- کنترل‌کننده‌های تناسبی-مشتق گیر-انتگرالی ۲۴
۳-۴- انتخاب کنترل کننده ها ۲۵
۳-۴-۱- انتخاب کنترل‌کننده‌ها به لحاظ نوع عملیات ۲۶
۳-۵- تنظیم کنترل کننده ها ۲۷
۳-۵-۱-معیار تنظیم کنترل‌کننده‌ها ۲۸
۳-۵-۱-۱-معیار پایداری ۲۸
۳-۵-۱-۲-معیار یک‌چهارم دامنه ۳۲
۳-۵-۱-۳-معیار خطا ۳۳

فصل ۴: نرم افزار PLC و کاربرد آن ۳۶
۴-۱- مقدمه ۳۷
۴-۲- فرآیند کاری PLC ۳۸
۴-۳- نقش PLC در اتوماسیون صنعتی ۳۸
۴-۴- مزایای استفاده از PLC ۳۹
۴-۵-کاربردهای PLC در صنعت ۴۰
۴-۶-تفاوت PLC با کامپیوتر ۴۱
۴-۷-سیستم مانیتورینگ(HMI) ۴۱

فصل ۵: شبیه سازی و آزمایش پروژه ۴۲
۵-۱- مقدمه ۴۳
۵-۲- برنامه‌نویسی کنترل‌کننده پیوسته ۴۳
۵-۳- مواد و روش های آزمایش ۴۵
۵-۳-۱- پمپ الکتریکی ۵۳
۵-۳-۲- نحوه عملکرد پمپ الکتریکی ۵۳
۵-۳-۳- اینورتر ۵۳
۵-۳-۴- نقش اینورتر در کنترل سطح مایع ۵۴
۵-۳-۵- شیر کنترلی ۵۴
۵-۳-۶- تحریک شیر ۵۴
۵-۳-۷- شیر پنوماتیکی ۵۵
۵-۳-۸- حس‌گر فشار مایع ۵۷
۵-۳-۹- اندازه‌گیری ارتفاع/ عمق ۵۷

فصل ۶: نتیجه‌گیری و پیشنهاد ۵۹

ضمیمه ۶۱

مراجع ۶۶

فصل ۱:

مقدمه

۱-۱- شرح مسئله

کنترل مخازن آب و سیالات همواره یکی از مهم‌ترین موضوع‌های اصلی در صنعت به‌ویژه در صنایع نفت و گاز است. با توجه به خواصی که سیال دارا است و همچنین شرایط محیطی که مخزن و سیال در آن منطقه مورداستفاده قرار می‌گیرند و نیز نرخ استفاده مصرف‌کنندگان ، می‌بایست سطح مایع مخزن به‌طوری به مقدار مطلوب برسد که دچار سرریز منبع و همین‌طور کم شدن مایع نسبت به نقطه موردنظر نشویم و همچنین از کارکرد نامطلوب موتور برای پمپاژ کردن مایع به مخزن جلوگیری کنیم تا همیشه فشار معینی از مایع را در اختیار داشته باشیم که کنترل این سیستم با این ویژگی و مشخصات دارای اهمیت می‌گردد.

در این پایان‌نامه سعی بر آن شده تا با شبیه‌سازی کامپیوتری و همین‌طور ساخت و کنترل یک مورد از مخازن آب به‌طور عملی ، این سبک از کنترل توسط به‌روزترین سیستم‌های کنترل‌کننده موردبررسی قرار بگیرد.

۱-۲- ساختار پایان‌نامه

در این پایان‌نامه پس از بررسی تئوری موضوع موردنظر که در اینجا کنترل سطح مایع مخازن است ، به بررسی روش‌ها و معیارهای کنترل و کنترل‌کننده‌های PLC پرداخته و درنهایت با شبیه‌سازی کامپیوتری و همچنین به‌طور عملی این موضوع را به نتیجه می‌رسانیم.

فصل ۲:

بررسی حالت‌های مختلف مخازن مایع

۲-۱- مقدمه

استفاده از مخازن در مصارف خانگی و صنعتی و کشاورزی و ... همیشه حائز اهمیت بوده و در موارد بسیار زیادی مورداستفاده قرار می‌گیرند. مخازن با توجه به نوع مصرف و کاربردهایشان دارای انواع مختلفی می‌باشند که بتوانند نیاز مصرف‌کننده را با توجه به نوع استفاده برطرف کنند.

در ادامه حالت‌های ممکن که برای مخازن وجود دارد آورده شده است و مورد تحلیل قرار خواهند گرفت:

حالت اول – مخزن فقط دارای لوله خروجی مایع باشد.

حالت دوم – مخزن فقط دارای لوله ورودی مایع باشد.

حالت سوم – مخزن دارای لوله ورودی و لوله خروجی مایع باشد.

حالت خاص – مخزن دارای ورودی متغیر و لوله خروجی باشد.

هدف از این فصل بررسی مخازن باحالت‌های مختلف ورودی و خروجی محاسبه معادله دیفرانسیل آن‌ها است که بررسی می‌کنیم چطور شیرهای ورودی و خروجی می‌توانند در تعیین سطح مایع در مخزن تأثیرگذار باشند.

۲-۲- بررسی حالت‌های مختلف مخزن آب

مدل‌سازی بر این اساس مفروض است که مقدار جریان خروجی بر اساس اختلاف فشار مایع و فشار هوا است به‌طوری‌که هرچقدر فشار مایع بیشتر باشد یا به‌عبارت‌دیگر هرچقدر ارتفاع مایع بیشتر باشد مقدار دبی خروجی مایع نیز بیشتر می‌شود.

در این روابط P1 وP2 به ترتیب فشار مایع و فشار هوا هستند که از طرفین لوله‌ی خروجی وارد می‌شوند.

شکل(۲-۱): بررسی فشارهای وارد شونده بر لوله خروجی

$$(P1 - P2) = K_P F \qquad (۱-۲)$$

فشار مایع نیز از رابطه‌ی معروف زیر به دست می‌آید:

$$P = \rho g h \qquad (۲-۲)$$

P: فشار مایع

ρ: چگالی ماده

g : نیروی گرانشی زمین

h : ارتفاع مایع

متغیرهایی که در ادامه برای محاسبه و تحلیل مخزن نیاز داریم به‌صورت زیر خلاصه‌شده‌اند:

A : مساحت سطح مخزن

Fin : دبی ورودی

Fout : دبی خروجی

حالت اول – مخزن فقط دارای لوله خروجی مایع باشد.

در این حالت مخزن آب به نحوی عمل می‌کند که با مصرف مایع از حجم و میزان ارتفاع سیال درون آن به‌مرور کاسته می‌شود.

چنانچه سطح مخزن را مقدار ثابت A ، حجم مخزن V ، دبی ورودی F_{in} و دبی خروجی F_{out} باشد داریم:

شکل(۲-۲) : مخزن فقط دارای لوله خروجی است.

$$V=A.h \tag{۲-۳}$$

همان‌طور که می‌دانیم میزان تغییرات حجم مایع در مخزن ، به دلیل ثابت بودن مساحت سطح مقطع مخزن، با ارتفاع آن متناسب است و تنها به خروجی مایع مخزن بستگی دارد بنابراین داریم:

$$\frac{dV}{dt} = A\frac{dh}{dt} = -F_{out} \tag{۲-۴}$$

$$P_1 - P_2 = K_P F_{out} \tag{۲-۵}$$

$$P_1 - P_2 = \rho g h \tag{۲-۶}$$

$$A\frac{dh}{dt} = -\frac{\rho g h}{K_P} \qquad (۷-۲)$$

$$A\frac{dh}{dt} + \frac{\rho g h}{K_P} = 0 \qquad (۸-۲)$$

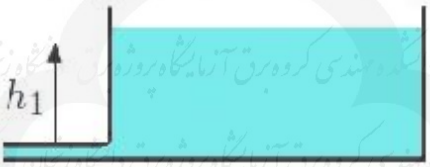
$$h(t) = h_1 . e^{-\frac{\rho g}{AK_p}t} \qquad (۹-۲)$$

که در رابطه فوق عبارت $\frac{AK_P}{\rho g}$ برابر با ثابت زمانی یا همان τ می باشد.

حالت دوم – مخزن فقط دارای لوله ورودی مایع باشد.

در این حالت مایع با فشار زیادی وارد مخزن می‌شود در این میان با مقاومت K_{P1} ای که به علت فشار مایع به وجود آمده مواجه است.

در این صورت معادلات فوق به‌صورت زیر تغییر می‌یابند:



شکل(۲-۳) مخزن فقط دارای لوله ورودی است.

$$A\frac{dh}{dt} = F_{in} \qquad (۱۰-۲)$$

$$P_{in} - \rho g h = K_{P1} F_{in} \qquad (۱۱-۲)$$

$$A\frac{dh}{dt} = \frac{P_{in} - \rho g h}{K_{P1}} \qquad (۱۲-۲)$$

$$\frac{dh}{dt} + \frac{\rho g h}{AK_{P1}} = \frac{P_{in}}{AK_{P1}} \qquad (۱۳-۲)$$

حالت سوم – مخزن دارای لوله ورودی و خروجی مایع باشد.

در این حالت لوله مایع ورودی با فشار زیاد وارد و دارای لوله خروجی است.

در این حالت معادلات فوق به‌صورت زیر به دست می‌آیند :

شکل(۲-۴) : مخزن فقط دارای لوله ورودی و خروجی

$$A\frac{dh}{dt} = F_{in} - F_{out} \qquad (۱۴-۲)$$

$$P_{in} - \rho gh = K_{P1}F_{in} \qquad (۱۵-۲)$$

$$\rho gh = K_{P2}F_{out} \qquad (۱۶-۲)$$

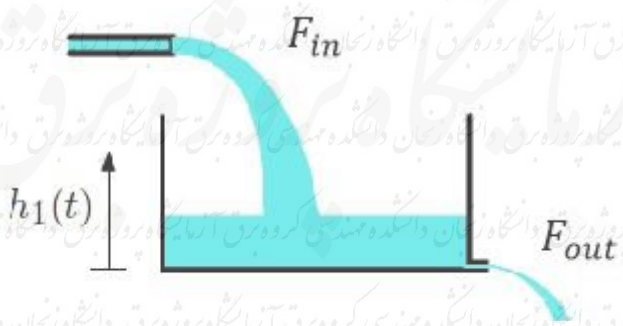
$$A\frac{dh}{dt} = \frac{P_{in} - \rho gh}{K_{P1}} - \frac{\rho gh}{K_{P2}} \qquad (۱۷-۲)$$

$$\frac{dh}{dt} + \left(\frac{\rho g}{AK_{P1}} + \frac{\rho g}{AK_{P2}}\right)h = \frac{P_{in}}{AK_{P1}} \qquad (۱۸-۲)$$

حالت خاص – مخزن دارای ورودی متغیر و لوله خروجی باشد.

در این حالت مایع با مقدار کمی به مخزن وارد می‌شود و با فشار زیادی از مخزن خارج می‌گردد.

شکل زیر بیانگر این مسئله است و در ادامه روابط زیر را خواهیم داشت :



شکل(۲-۵) : حالت خاص مخزن دارای لوله ورودی و خروجی

دانشجویان محترم:

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

مراجع

۱. غریبی ، حسین ، (۱۳۹۳)، "مجموعه کتاب های مثلث نارنجی"، انتشارات آفرنگ

۲. جزوه پی ال سی مهندس قرابیگی

۳. جزوه کنترل صنعتی مهندس احمد طهماسبی

۴. تقی راد، حمیدرضا ،(۱۳۸۸)، "مقدمه ای بر اتوماسیون و کنترل فرآیندهای صنعتی: با معرفی کامل PLC زیمنس سری S7"، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیر

۵. نورمن، نایس ،"مهندسی سیستم های کنترل"، ترجمه: طالبی، حیدرعلی و پسند، میلاد و زارع‌زاده ، علی ، (۱۳۹۲) ، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، جلد۱