طراحی و ساخت شبیه ساز قفل بینابینی ایمنی مکانیکی (Mechanical safety interlock system) جهت آموزش دانشجویان کارشناسی بهداشت حرفه ای

طراحی و ساخت: دکتر محمد فریدن

شماره تلفن ثابت: ۰٦٦۳۳٤۰۹۹۷٤ داخلی ۲۸٦

پست الکترونیک: mfereidan@yahoo.com ، Faridan.m@lums.ac.ir

مقدمه:

همه ساله در جهان ده‌ها میلیون کارگر قربانی حوادثی می‌شوند که منجر به کشته شدن و یا از کارافتادگی تعداد کثیری از آن‌ها می‌گردد. در کشورهای در حال توسعه، حوادث شغلی ایجاد شده در هنگام کار ماشین آلات صنعتی یا تعمیرات و نگهداری آنها سهم به سزایی را از کل حوادث شغلی به خود اختصاص می دهد (۱). در این زمینه و برای کنترل مخاطرات بسیاری از ماشین آلات صنعتی تدابیر حفاظتی مانند استفاده از انواع حفاظها، سامانه‌های حفاظتی در راستای اتوماسیون ایمنی طراحی و ساخته شده است. یکی از این سامانه های ایمنی که کاربرد نسبتاً زیادی در انواع ماشین های صنعتی دارند حفاظ های بینابینی (حفاظ های اینترلاک شده) هستند. (۲). حفاظ های اینترلاک شده در واقع عملکرد کاربر و ماشین را به هم پیوند می‌دهد؛ به این شکل که فقط در صورتی به کاربر اجازه ی دسترسی به ناحیهٔ خطرناک (نقطهٔ عمل) ماشین را می‌دهند، که ماشین خاموش شود و هیچ خطری کاربر را تهدید نکند. این حفاظها معمولاً با استفاده از وسایل رابط، به سامانهٔ متوقف کنندهٔ ماشین آلات متصل هستند و در صورت برداشته شدن حفاظ، ماشین متوقف می‌شود.

این عمل در واقع یک راهکار ایمنی است و از کاربر در برابر خطرات احتمالی که ممکن است به واسطهٔ عملکرد ماشین ایجاد شود جلوگیری می‌کند (۳،۴). حفاظ های اینترلاک را می توان در طراحی ماشین آلات به کار برد تا از کاربر در برابر خطرهایی همچون پس زنی و صدای ناخواسته و دسترسی به ناحیهٔ حفاظ گذاری شده حفاظت کند (۵). میکرو سوئیچ ها یکی از انواع اینترلاک های مکانیکی که با روش الکتریکی راه اندازی می شوند و به جهت سهولت استفاده و قیمت پایین تر کاربرد زیادی درسامانه های ایمنی و حفاظ های ماشین آلات دارند (۶).

شبیه سازها به منظور آموزش کاربران و آشنایی با شرایط واقعی جهت بالابردن قدرت و سرعت تصمیم گیری هنگام کار با تجهیزات مختلف تحت شرایط متنوع و متغیر بکار می روند. برای بررسی رفتار و عملکرد سیستم هایی که دسترسی به کل و یا قسمتهای مختلف آن به دلایل ایمنی و هزینه بر بودن و... امکانپذیر نیست، ایجاد مجموعه های سخت افزاری یا نرم افزاری با هزینه کمتر و ابعاد کوچکتر که توانایی شبیه‌سازی رفتارها و عملکردهای سیستم در حالت واقعی را داشته باشد، کارساز می باشد (۷). روش شبیه سازی از پیچیدگی زیاد یادگیری که در دنیای واقعی وجود دارد می‌کاهد. در این روش دانشجویان فرصت تسلط بر مهارت‌هایی را به دست می آورند که در دنیای واقعی امکان کسب آن کمتر است.

درک مفاهیم مرتبط با ایمنی ماشین آلات نیازمند حضور دانشجویان در محیط های صنعتی و بازدید از ماشین آلات صنعتی دارد اما به دلایل متعدد این امر میسر نیست و صنایع همکاری لازم را با دانشگاه ندارد از آن جمله به موارد زیر می توان اشاره نمود:

۱- از کار انداختن ماشین آلات صنعتی با توقف اضطراری برای صنعت مقرون به صرفه نیست و بار مالی زیادی را تحمیل می کند.

۲- اصولاً صنایع حضور دانشجویان در صنعت را مانعی برای کار کارگران و امر تولید می دانند.

۳- بعضی از فرایند های تولیدی به گونه‌ای است که امکان توقف فرایند وجود ندارد.

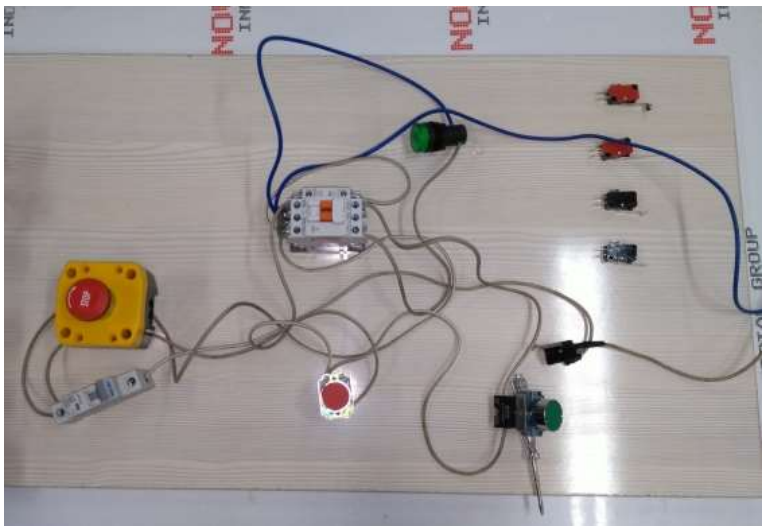
٤- مفاهیمی مانند قفل بینابینی ایمنی مکانیکی، قفل و برگ‌آویز ایمنی، حفاظ‌گذاری ایمنی و توقف اضطراری بر روی ماشین آلات صنعتی در شرایط عادی که ماشین آلات صنعتی کار می‌کنند قابل مشاهده نیست مگر اینکه حادثه‌ای اتفاق بیفتد که یکی از راه کارهای ایمنی مذکور بکار گرفته شود و دانشجو بتواند با مفاهیم فوق آشنا شود.

با توجه به اینکه یکی از مهمترین اهداف درس ایمنی صنعتی ماشین آلات در رشتهٔ مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، آشنایی دانشجویان با مفاهیم و عملکرد چنین سامانه‌هایی (قفل بینابینی ایمنی مکانیکی) است و با در نظر گرفتن این مطلب که دانشجویان این رشته به دلایلی که ذکر گردید عمدتاً درک عمیقی از چگونگی و نحوهٔ کارکرد چنین سامانه‌هایی ندارند، طراحی و ساخت وسایل کمک آموزشی (از قبیل شبیه سازها و ...) که بتواند این مفاهیم را به شکل

عملی به دانشجویان آموزش دهد، یکی از اولویت های آموزشی این رشته به شمار می آید. در این راستا طرح حاضر در جهت رسیدن به این هدف تدوین گردید.

نحوه طراحی و ساخت شبیه ساز قفل ایمنی

سامانهٔ مذکور دارای چند حفاظ ایمنی ثابت و یک حفاظ ایمنی کشویی اینترلاک شده است. حفاظ کشویی این سامانه توسط دو میکروسوئیچ مکانیکی میناتوری (۲۵۰ ولت، ۱۵ آمپر، اهرمی و غلطکی) به منبع تأمین نیرو (برق) یک فن یا پمپ گردنده که داخل حفاظ قرار گرفته است اینترلاک شده است. درواقع، فن یا پمپ داخل حفاظ نقش عملکرد ماشینی (نقطهٔ عمل) را دارند که توسط باز و بسته شدن میکروسوئیچ کنترل می شود. جهت آشنایی هر چه بیشتر دانشجویان با نحوهٔ عملکرد کنترلی میکرو سوئیچ های مربوطه، یکی از میکرو سوئیچ ها با مکانیزم بازشوندگی مثبت (NC) و دیگری با مکانیزم بازشوندگی مستقیم (NO) عمل می کنند.



شکل ۱: مدار اصلی شبیه ساز

به این ترتیب آموزش مفهوم افزونگی ایمنی در هنگام از کار افتادن یکی از کنترل کننده های حفاظتی در نظر گرفته شده است. واسط میکروسوئیچ های کنترلی سامانهٔ اینترلاک و منبع نیرو، یک کنتاکتور است که علاوه بر قطع و وصل برق از منبع وظیفهٔ روشن و خاموش کردن چراغ های سبز (عملکرد صحیح) و قرمز (نقص در عملکرد حفاظ) و آژیر هشدار دهندهٔ اینترلاک را به عهده دارد. جهت راه اندازی و خاموش کردن سامانهٔ اینترلاک، از کلید های توقف (Stop) و راه اندازی (Start)

استفاده شده است؛ به طوری که حتی بستن مجدد حفاظ اینترلاک شده منجر به راه اندازی مستقیم فن یا پمپ داخل حفاظ نمی شود و کاربر باید با فشار دادن مجدد کلید استارت ماشین را به کار اندازد. به این ترتیب دانشجویان با مفهوم جلوگیری از ورود کاربر به منطقهٔ خطر ماشین به شکل عملی آشنا می شوند.

این سامانه هم چنین به گونه ای طراحی شده است که استاد یا مربی می‌تواند مفاهیم ایمنی چون سامانهٔ قفل گذاری و برگ آویز ایمنی (Lock out/Tag out) که از مفاهیم بسیار مهم و پایه‌ای در آموزش ایمنی ماشین‌آلات هستند را به راحتی و به شکل عملی آموزش دهد. برای تحقق این هدف، قفل های ایمنی و برگ آویزهایی با توجه به استانداردهای موجود طراحی شده و بر روی این سامانه قابل نصب هستند.

شکل۲ : آموزش عملی سامانهٔ قفل گذاری و برگ آویز ایمنی (Lock out/Tag out)

همچنین طراحی این سامانهٔ آموزشی به گونه ای بوده است که بتوانیم مفهوم توقف اضطرای را با کلیدهای مختلف به دانشجو آموزش دهیم. به این ترتیب دانشجو با مفهوم عملکرد کلید توقف اضطراری و چگونگی کارکرد آن، به صورت عملی آشنا می‌شود. کلیدهای توقف اضطراری در این سامانه به گونه ای طراحی شده اند که قادرند عملکرد ماشین را در شرایط خطرناک و اضطرای به نحو مطلوبی متوقف کرده و کارگر را در برابر صدمات احتمالی محافظت کنند.

شکل ۳: قابلیت بکارگیری انواع کلیدهای توقف اضطراری

شایان ذکر است که پس از توضیحات استاد، دانشجویان می توانند فرآیند عملکرد سامانهٔ اینترلاک، قفل و برچسب گذاری و توقف اضطراری را به شکل عملی تمرین و اجرا کنند.

منابع:

۱. ایمنی کاربردی در صنایع، تألیف احسان الله حبیبی، محمد فریدن. انتشارات فن آوران.

2. Macdonald, D.M. Practical Machinery Safety. British Library Cataloguing in Publication Data, Newnessy; 2004.

۳. ایمنی ماشین آلات، تألیف مهدی جهانگیری و همکاران، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی شیراز

4. Control system safety interlocks Design and implementation, Victor J. Maggioli a and William H. Johnson, Jr. b, ISA Transactions 32 (1993) 387-391
5. Best practice guidelines for safe use of machinery. Ministry of Business, Innovation and Employment; 2013.
6. Guidelines for Safe Machinery, Six steps to a safe machine, Sick sensor
7. Advances in Intelligent Systems and Computing. Mohammad S. Obaidat, Joaquim Filipe, Janusz Kacprzyk, 2012

8. Development of a Prototype Machine Shop Safety System for Vocational Training, İ. S. Dalmış and F. Dalmış and N. Robson. Journal of Polytechnic, 2015; 18 (2): 85-92
9. Practical Machinery Safety, David Macdonald; 2004.