



به نام خدا

# نگهداری و تعمیرات تجهیزات اتوماسیون صنعتی و ابزار دقیق

مؤلف:

دکتر حمیدرضا ولی زاده



هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

◀ عنوان کتاب: **نگهداری و تعمیرات**

**تجهیزات اتوماسیون صنعتی و ابزار دقیق**

◀ مولف: **حمیدرضا ولی زاده**

◀ ناشر: **موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران**

◀ ویراستار: **مهديه مخبري**

◀ صفحه آرايي: **اطهر بهمن زبیری**

◀ طراح جلد: **داریوش فرسایي**

◀ نوبت چاپ: **اول**

◀ تاریخ نشر: **۱۴۰۲**

◀ چاپ و صحافی: **صدف**

◀ تیراژ: **۱۰۰ جلد**

◀ قیمت: **۲۹۰۰۰۰۰ ریال**

◀ شابک: **۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۷۵۰-۷**

**نشانی واحد فروش:** تهران، خیابان انقلاب، خیابان دانشگاه

-تقاطع شهدای ژاندارمری-پلاک ۱۵۸ ساختمان دانشگاه-

طبقه دوم-واحد ۴ تلفن ها: ۶۶۹۶۵۷۴۹-۲۲۰۸۵۱۱۱

**فروشگاههای اینترنتی دیباگران تهران :**

**WWW.MFTBOOK.IR**

**www.dibagaran-tehran.com**

سرشناسه: ولی زاده، حمیدرضا، ۱۳۵۷-

عنوان و نام پدیدآور: نگهداری و تعمیرات تجهیزات

اتوماسیون صنعتی و ابزار دقیق / مولف: حمیدرضا ولی زاده؛

ویراستار: مهديه مخبري.

مشخصات نشر: تهران: دیباگران تهران: ۱۴۰۲

مشخصات ظاهری: ۲۹۴ ص: مصور، جدول

شابک: ۷-۷۵۰-۲۱۸-۶۲۲-۹۷۸

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

موضوع: نگهداری و تعمیر بهره ور فراگیر

موضوع: total productive maintenance

موضوع: ماشین آلات-نگهداری و تعمیر

موضوع: machinery-maintenance and repair

موضوع: کارخانه ها-ابزار و وسایل-نگهداری و تعمیر

موضوع: factories-equipment and supplies-maintenance and

repair

موضوع: مهندسی کنترل automatic control

رده بندی کنگره: ۱۹۲ TS

رده بندی دیویی: ۶۵۸/۲۰۲

شماره کتابشناسی ملی: ۹۳۸۷۸۰۲

نشانی اینستاگرام دیبا dibagaran\_publishing      نشانی تلگرام: @mftbook

هر کتاب دیباگران، یک فرصت جدید علمی و شغلی.

هر گوشه همراه، یک فروشگاه کتاب دیباگران تهران.

از طریق سایتهای دیباگران، در هر جای ایران به کتابهای ما دسترسی دارید.

## فهرست مطالب

مقدمه مؤلف ..... ۹

### فصل اول نگهداری و تعمیرات (نت) ..... ۱۱

معرفی و اهمیت نگهداری و تعمیرات ..... ۱۱

مفاهیم پایه نگهداری و تعمیرات در اتوماسیون صنعتی ..... ۱۳

معرفی فعالیت‌های کلی در نگهداری و تعمیرات مربوط به اتوماسیون صنعتی ..... ۱۵

انواع نگهداری و تعمیرات تجهیزات اتوماسیون صنعتی و ابزار دقیق ..... ۱۷

مرحل استقرار نت پیشگیرانه مربوط به تجهیزات اتوماسیون صنعتی و ابزار دقیق ..... ۲۵

کالیبراسیون ..... ۲۸

سازمان‌دهی نگهداری و تعمیرات مربوط به اتوماسیون صنعتی و عوامل مؤثر بر آن ..... ۲۹

نقش TPM در اتوماسیون صنعتی و ابزار دقیق ..... ۳۱

ارتباط نگهداری و تعمیرات با پرسنل واحد نت (نگهداری و تعمیرات) ..... ۳۲

### فصل دوم تجهیزات اتوماسیون صنعتی ..... ۳۳

انتظارات ما از اتوماسیون صنعتی ..... ۳۳

اجزای مختلف یک سیستم اتوماسیون صنعتی ..... ۳۴

تجهیزات مرتبط با سیستم اتوماسیون صنعتی ..... ۳۵

نگهداری و تعمیرات در سطوح مختلف اتوماسیون صنعتی ..... ۳۶

عیب ایجاد شده مکانیکی است یا برقی؟ ..... ۳۷

### فصل سوم نگهداری، تعمیرات و عیب‌یابی سنسورها و المانهای ابزار دقیق ..... ۳۸

تعاریف و اصطلاحات در اندازه‌گیری و ابزار دقیق ..... ۳۸

پارامترهای مؤثر در انتخاب سنسورها ..... ۴۳

خروجی‌های متعارف سنسورها و کالیبراسیون سنسورها ..... ۴۵

انواع سنسورها و ترانس‌دیوسرهای صنعتی ..... ۴۶

سنسور القایی و عیب‌یابی آنها ..... ۴۶

سنسور نوری و عیب‌یابی آنها ..... ۴۸

سنسور خازنی و عیب‌یابی آنها ..... ۵۳

سنسورهای آلتراسونیک	۵۴
سنسورهای اثر هال	۶۰
لیمیت سوئیچ و کاربردهای آن	۶۱
معرفی مفهوم ترنسمیتر و ترنسدیوسر	۶۴
معرفی انواع انکودرها و نحوه عیب‌یابی آنها	۶۵
اندازه‌گیری دما	۶۶
اندازه‌گیرهای وضعیت مقاومتی، سلفی و خازنی	۶۷
سنسورهای اندازه‌گیری دما	۶۹
روش‌های اندازه‌گیری فلو و کاربرد آن در صنایع	۷۱
سنسورهای فشار نحوه عیب‌یابی آنها	۷۵
سنسورهای لودسل و نحوه عیب‌یابی آنها	۷۷
سنسورهای سطح سنج و نحوه عیب‌یابی آنها	۷۸
نکات قابل توجه عمومی نگهداری و تعمیرات در مورد سنسورها	۷۹

## فصل چهارم نگهداری، تعمیرات و عیب‌یابی موتورهای الکتریکی ۸۱

تعریف موتور الکتریکی	۸۱
معرفی ساختمان داخلی موتور الکتریکی سه فاز	۸۳
نحوه عملکرد موتور الکتریکی (معرفی مفهوم القای الکترومغناطیس)	۸۴
معرفی مفاهیم کاربردی	۸۵
تشریح کامل منحنی گشتاور-سرعت موتور الکتریکی از دیدگاه تعمیراتی	۸۹
اطلاعاتی که پلاک موتور الکتریکی به ما می‌دهد	۹۰
سربندی موتورهای الکتریکی	۹۴
عیب‌یابی مکانیکی موتور الکتریکی	۹۷
عیب‌یابی الکتریکی موتور الکتریکی	۱۰۴
نحوه رفع عیب‌های ذکر شده در موتور الکتریکی	۱۰۶
نکات راه‌اندازی موتور الکتریکی در زمان تعمیرات، نگهداری و راه‌اندازی	۱۱۰
PM موتور الکتریکی	۱۱۲
نگهداری و تعمیرات المانهای مرتبط با موتور الکتریکی	۱۱۷

## فصل پنجم نگهداری، تعمیرات و عیب‌یابی درایوها (اینورترها)..... ۱۲۱

- ۱۲۱..... آشنایی با درایو و انواع
- ۱۲۶..... تفاوت درایو با اینورتر
- ۱۲۷..... مقایسه درایو AC و DC
- ۱۲۹..... مقاومت ترمز (Braking Resistor)
- ۱۳۲..... خداحافظی با درایو قبلی و معرفی معیار اساسی برای انتخاب درایوها
- ۱۳۴..... راه‌اندازی سریع درایو و راه‌اندازی خطوط تولید
- ۱۳۶..... ارتباط (IP) Ingress protection با تعمیرات و نگهداری
- ۱۳۷..... نحوه تست و عیب‌یابی IGBT
- ۱۳۸..... پارامترهای مهم درایو در بخش نگهداری و تعمیرات
- ۱۴۰..... نکات مهم در زمان نصب درایو و متعلقات آن
- ۱۴۳..... نکات مربوط به PM درایوها (در حال کار/ در انبار)

## فصل ششم نگهداری، تعمیرات و عیب‌یابی مغز سیستم‌های اتوماسیون صنعتی (PLC زیمنس)..... ۱۴۸

- ۱۴۸..... معرفی اجزای مختلف PLC
- ۱۵۴..... برندهای مختلف PLC و عوامل مهم در انتخاب PLC
- ۱۵۴..... عیب‌ها، تعمیرات و نگهداری سخت‌افزار PLC
- ۱۵۶..... ترمینال‌ها و اهمیت آنها در نگهداری و تعمیرات
- ۱۶۰..... نحوه دانلود و آپلود برنامه روی PLC
- ۱۶۲..... تشریح کامل Always on & Always off
- ۱۶۳..... تنظیم تاریخ و زمان PLC
- ۱۶۴..... نحوه به‌کارگیری OBهای خاص مربوط به نگهداری و تعمیرات
- ۱۷۶..... نحوه به‌کارگیری SFBهای خاص مربوط به نگهداری و تعمیرات
- ۱۷۸..... نحوه به‌کارگیری SFCها در نگهداری و تعمیرات
- ۱۸۴..... عیب‌یابی سریعتر با ساده نمودن برنامه
- ۱۸۵..... نحوه پیدا کردن FC یا FB مشخص در برنامه
- ۱۸۶..... دقت در پیدا کردن ورودی، خروجی و... آزاد در برنامه
- ۱۸۷..... ماژول‌های آنالوگ

- نحوه سیم‌بندی ماژول‌های آنالوگ..... ۱۹۱
- بکارگیری تابع مربوط به انکدر..... ۱۹۴
- بکارگیری تابع مربوط به پالس PWM..... ۲۰۵

### فصل هفتم نقش HMI در نگهداری، تعمیرات و عیب‌یابی سیستم‌های اتوماسیون صنعتی ..... ۲۱۲

- معرفی HMI در سیستم‌های اتوماسیون صنعتی ..... ۲۱۲
- نقش HMI در نگهداری سیستم‌های اتوماسیون صنعتی..... ۲۱۵
- نقش HMI در تعمیرات و عیب‌یابی سیستم‌های اتوماسیون صنعتی ..... ۲۱۸
- برقراری ارتباط بین HMI و PLC ..... ۲۲۱

### فصل هشتم شبکه‌های صنعتی در سیستم‌های اتوماسیون صنعتی ..... ۲۲۴

- معرفی شبکه‌های صنعتی..... ۲۲۴
- تجهیزات مورد نیاز در شبکه‌های صنعتی..... ۲۲۹
- تجهیزات عیب‌یابی شبکه‌های صنعتی..... ۲۳۰
- شبکه PROFIBUS و ماژول‌های مربوطه..... ۲۳۵
- شبکه MPI و ماژول‌های مربوطه..... ۲۴۰
- شبکه PROFINET و ماژول‌های مربوطه..... ۲۴۰
- شبکه CAN و ماژول‌های مربوطه..... ۲۴۷
- فرمان دادن به درایو توسط PLC و کنترل دور الکتروموتور توسط درایو با استفاده از HMI از طریق شبکه PROFIBUS..... ۲۵۷
- ارتباط دو PLC در نرم‌افزار TIA PORTAL با بهره‌گیری از شبکه PROFINET..... ۲۵۷
- شبکه MPI و ماژول‌های مربوطه..... ۲۶۳
- شبکه ASI و ماژول‌های مربوطه..... ۲۷۶
- فرمان دادن به درایو توسط PLC و کنترل دور موتور الکتریکی توسط درایو..... ۲۷۸

### فصل نهم توصیه‌ها و نکات در تعمیرات و نگهداری سیستم‌های اتوماسیون صنعتی ..... ۲۸۲

- توصیه‌های کاربردی به پرسنل نت در زمان تعمیرات..... ۲۸۲
- نکات کاربردی به پرسنل نت در زمان نگهداری..... ۲۸۳
- چه کسی یک متخصص نگهداری و تعمیرات است؟..... ۲۸۵

- ۲۸۶..... آینده نگهداری و تعمیرات در بخش اتوماسیون صنعتی
- ۲۸۷..... ایمنی در نگهداری و تعمیرات سیستم‌های اتوماسیون صنعتی و ابزار دقیق
- ۲۹۰..... نگهداری و تعمیرات تجهیزات متحرک، ثابت و هوایی
- ۲۹۲..... انواع فرم‌های نگهداری و تعمیرات

خط‌مشی انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب‌هایی با کیفیت عالی است که تواند  
خواسته‌های به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد.  
هر کتاب دیباگران تهران، یک فرصت جدید شغلی و علمی

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بی‌کران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگی این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی و آموزشی گام‌هایی هرچند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم.

گسترده‌گی علوم و سرعت توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح جهان هستیم. این گسترش و توسعه، نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش برجسته نموده است.

در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران و محققان در زمینه‌های گوناگون و مورد نیاز جامعه تلاش نموده برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پُر بار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقمندان قرار دهد.

کتابی که در دست‌دارید تألیف "جناب آقای مهندس حمیدرضا ولی زاده" است که با تلاش همکاران ما در نشر دیباگران تهران منتشر گشته و شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

با نظرات خود مشوق و راهنمای ما باشید

با ارائه نظرات و پیشنهادات و خواسته‌های خود، به ما کمک کنید تا بهتر و دقیق‌تر در جهت رفع نیازهای علمی و آموزشی کشورمان قدم برداریم. برای رساندن پیام‌هایتان به ما از رسانه‌های دیباگران تهران شامل سایتهای فروشگاهی و صفحه اینستاگرام و شماره‌های تماس که در صفحه شناسنامه کتاب آمده استفاده نمایید.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران  
dibagaran@mftplus.com



## مقدمه مؤلف

با ورود سیستم‌های اتوماسیون صنعتی به کارخانجات تولیدی و ماشین‌آلات صنعتی، نگهداری و تعمیرات از اهمیت بیشتری برخوردار گردیده است. سیستم‌های اتوماسیون صنعتی در صنایع مختلف به اندازه‌ای پیشرفت کرده است که نیاز بسیاری به سیستم نگهداری و تعمیرات پیشرفته می‌باشد و این نگهداری و تعمیرات نیازهای خود را می‌تواند از درون سیستم‌های اتوماسیون صنعتی جویا شود و خود سیگنال‌ها و پایش‌هایی را در اختیار سیستم نگهداری و تعمیرات قرار دهد تا با کیفیت بالا و کمترین زمان توقفات خطوط تولید را داشته باشد.

کتاب‌های زیادی در راستای انواع تجهیزات اتوماسیون صنعتی همچون برنامه‌نویسی انواع PLC برنامه‌نویسی انواع HMIها، سنسورها و ابزار دقیق و المان‌هایی که بیشترین و حتی کمترین سهم را در صنعت اتوماسیون داشته‌اند تألیف گردیده است. از طرفی کتاب‌هایی نیز با انتخاب چند شاخه خاص از علم مکانیک در راستای نگهداری و تعمیرات ارائه شده است، اما نبود منبعی مناسب که بتواند حداقل نیازهای نگهداری و تعمیرات اتوماسیون صنعتی در بخش الکترونیکال را پوشش دهد وجود نداشته سعی شده در این کتاب به این موضوع پرداخته شود.

در چندین سال اخیر بکارگیری از دستگاه‌های پیشرفته جهت عیب‌یابی ماشین‌آلات در صنایع مختلفی همچون نفت، گاز، پتروشیمی، فولاد، برق و غیره رونق فراوانی یافته است؛ به طوری که با اندکی مطالعه و بررسی تجهیزات اتوماسیون صنعتی و افزایش کیفیت نگهداری و تعمیرات (نت) به خوبی از خطوط تولید و ماشین‌آلات محافظت نمود. این حفاظت باعث افزایش تولید و کاهش هزینه‌ها بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

هدف اصلی در نگارش این کتاب ارائه اطلاعاتی در راستای نگهداری و تعمیرات تجهیزات اتوماسیون صنعتی بوده و تشریح ابتدایی بعضی از فصل‌ها همچون آشنایی با PLC و درایو آشنایی با شبکه‌های صنعتی، فقط به عنوان یادآوری ارائه شده است و در ادامه موارد نگهداری و تعمیرات به طور کامل بیان می‌گردد. بدیهی است از خواننده محترم انتظار می‌رود به سایر جزییات این بخش‌ها آشنایی کافی داشته باشد.

دکتر حمیدرضا ولی‌زاده