



مؤسسه فرهنگی هنری
دیباجران تهران

به نام خدا

**راهنمای جامع عیب یابی و تعمیر
بردهای الکترونیکی یخچال و فریزر
مغز متفکر سیستم های تبرید خانگی**

مؤلف:

دکتر ابراهیم کشاورز صفری



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: راهنمای جامع عیب یابی و تعمیر

بردهای الکترونیکی یخچال و فریزر

مغز متفکر سیستم های تبرید خانگی

◀ مولف: ابراهیم کشاورز صفری

◀ ناشر: موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

◀ ویراستار: مهدیه مخبری

◀ صفحه آرائی: نازنین نصیری

◀ طراح جلد: داریوش فرسای

◀ نوبت چاپ: اول

◀ تاریخ نشر: ۱۴۰۴

◀ چاپ و صحافی: دادنامه

◀ تیراژ: ۱۰۰ جلد

◀ قیمت: ۳۸۰۰۰۰۰ ریال

◀ شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۹۶۲-۴

نشانی واحد فروش: تهران-خیابان انقلاب-

خ شهدای ژاندارمری-بین خ فخررازی و ۱۲ فروردین-

پلاک ۸۸ طبقه دوم-واحد ۴ تلفن ها: ۶۶۹۵۶۸۹۴-۶۶۹۵۷۴۹

فروشگاههای اینترنتی دیباگران تهران :

WWW.MFTBOOK.IR

www.dibagarantehran.com

سرشناسه: کشاورز صفری، ابراهیم، ۱۳۶۲-

عنوان و نام پدیدآور: راهنمای جامع عیب یابی و تعمیر

بردهای الکترونیکی یخچال و فریزر، مغز متفکر سیستم های

تبرید خانگی / مولف: ابراهیم کشاورز صفری؛

ویراستار: مهدیه مخبری.

مشخصات نشر: تهران: دیباگران تهران: ۱۴۰۴

مشخصات ظاهری: ۲۲۸ ص: مصور،

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۹۶۲-۴

وضعیت فهرست نویسی: فیپا یادداشت: واژه نامه، کتابنامه.

موضوع: سردسازی و دستگاه های سردکننده-نگهداری و تعمیر

موضوع: Refrigeration and refrigerating machinery-maintenance and repair

موضوع: ابزار و تجهیزات الکترونیکی-نگهداری و تعمیر

موضوع: Electronic instruments-maintenance and repair

موضوع: لوازم خانگی برقی-نگهداری و تعمیر

موضوع: Household appliances, electric-maintenance and repair

رده بندی کنگره: ۴۹۲ TP

رده بندی دیویی: ۵۶/۶۲۱

شماره کتابشناسی ملی: ۱۰۲۹۷۰۰۹

نشانی اینستاگرام دیبا dibagaran_publishing نشانی تلگرام: @mftbook

هر کتاب دیباگران، یک فرصت جدید علمی و شغلی.

هر گوشی همراه، یک فروشگاه کتاب دیباگران تهران.

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

فهرست مطالب

مقدمه ناشر ۷

پیشگفتار ۸

مقدمه ۹

فصل ۱

مرور سریع مفاهیم پایه الکترونیک و ابزار ۱۱

۱.۱. اصول پایه ۱۱

۱.۱.۱. جریان الکتریکی ۱۲

۲.۱.۱. ولتاژ الکتریکی ۱۳

۳.۱.۱. مقاومت الکتریکی ۱۶

۴.۱.۱. توان ۱۸

۵.۱.۱. قانون اهم ۲۰

۶.۱.۱. قوانین کیرشهف ۲۲

۲.۱. قطعات الکترونیکی کلیدی در بردهای یخچال و فریزر ۲۴

۱.۲.۱. مقاومت ۲۴

۲.۲.۱. خازن ۲۷

۳.۲.۱. سلف و ترانسفورماتور ۲۹

۴.۲.۱. دیود ۳۲

۵.۲.۱. ترانزیستور ۳۵

۶.۲.۱. رله ۳۸

۷.۲.۱. ترستور و ترایاک ۴۲

۸.۲.۱. مقایسه رله، ترستور و ترایاک ۴۵

۹.۲.۱. اپتوکوپلر ۴۸

۱۰.۲.۱. رگولاتور ولتاژ ۵۱

۳.۱. ابزارهای ضروری برای عیب‌یابی و تعمیر ۵۳

۱.۳.۱. مولتی‌متر ۵۴

۲.۳.۱. اسیلوسکوپ ۵۶

۳.۳.۱. منبع تغذیه آزمایشگاهی ۵۹

۴۳.۱. لامپ تست سری	۶۲
۵۳.۱. ابزارهای لحیم کاری و لحیم برداری	۶۴
۶۳.۱. نکات و ابزارهای ایمنی	۶۸
۷۳.۱. سایر ابزارها	۷۱

فصل ۲

آشنایی با یخچال و فریزر و اجزای آن ها.....۷۴

۱.۲. عملکرد کلی یخچال و فریزر	۷۴
۱.۱.۲. سیکل تبرید و نقش برد الکترونیکی	۷۵
۲.۱.۲. انواع سیستم های خنک سازی	۷۸
۲.۲. اجزای اصلی یخچال و فریزر و ارتباط آن ها با برد	۸۲
۱.۲.۲. اجزای مکانیکی اصلی	۸۲
۲.۲.۲. اجزای الکتریکی و سنسورها (ورودی ها و خروجی های برد)	۸۶

فصل ۳

بلوک دیاگرام و شماتیک عمومی برد یخچال و فریزر۹۰

۱.۳. بلوک دیاگرام عمومی برد کنترل	۹۱
۱.۱.۳. واحد تغذیه و مدارهای سوئیچینگ	۹۱
۲.۱.۳. واحد میکروکنترلر	۹۴
۳.۱.۳. مدارهای ورودی (سنسورها و کلیدها)	۹۶
۴.۱.۳. مدارهای خروجی (درایورها)	۹۸
۵.۱.۳. مدارهای ارتباطی و نمایشگر	۱۰۰
۶.۱.۳. مدارهای حفاظتی	۱۰۳
۲.۳. مسیر سیگنال ها و قدرت در برد	۱۰۵
۱.۲.۳. مسیرهای قدرت	۱۰۵
۲.۲.۳. مسیرهای سیگنال	۱۰۷
۳.۲.۳. نقاط ایزولاسیون	۱۱۰
۳.۳. نقاط تست مهم بر روی برد	۱۱۳
۱.۳.۳. نقاط تست در بخش منبع تغذیه	۱۱۴
۲.۳.۳. نقاط تست مربوط به میکروکنترلر	۱۱۶
۳.۳.۳. نقاط تست ورودی های سنسور	۱۱۸
۴.۳.۳. نقاط تست خروجی های درایور و عملگر	۱۲۰

۵.۳.۳. نکات ایمنی و عمومی در تست نقاط	۱۲۲
---	-----

فصل ۴

۱۲۵..... بررسی تخصصی بردهای الکترونیکی یخچال و فریزر

۱.۴. تحلیل مدارهای ورودی	۱۲۶
۱.۱.۴. مدارهای سنسورهای دما (NTC)	۱۲۶
۲.۱.۴. مدارهای سنسورهای رطوبت، موقعیت و درب	۱۲۹
۲.۴. تحلیل مدارهای خروجی	۱۳۲
۱.۲.۴. مدارهای کنترل کمپرسور (رله یا اینورتور)	۱۳۳
۲.۲.۴. مدارهای کنترل موتور فن (کندانسور، اواپراتور و فنهای کمکی)	۱۳۶
۳.۲.۴. مدارهای کنترل هیتر دیفراست	۱۳۹
۴.۲.۴. مدارهای کنترل دمپر و شیر برقی	۱۴۱
۳.۴. مدارهای تغذیه و حفاظتی خاص بردهای یخچال	۱۴۴
۱.۳.۴. مدارهای تغذیه سوئیچینگ	۱۴۴
۲.۳.۴. مدارهای حفاظتی در برابر نوسان و اضافه جریان	۱۴۸

فصل ۵

۱۵۱..... عیب‌یابی و رفع عیب بردهای یخچال و فریزر

۱.۵. رویکرد سیستماتیک در عیب‌یابی برد (براساس علائم)	۱۵۱
۱.۱.۵. جمع‌آوری اطلاعات اولیه: مشاهده و شنیدن علائم	۱۵۲
۲.۱.۵. تحلیل اطلاعات و فرضیه‌سازی	۱۵۵
۳.۱.۵. انجام تست‌های هدفمند و ایزوله کردن نقص	۱۵۸
۱.۴.۵. نکات مهم در عیب‌یابی	۱۶۲
۲.۵. عیب‌یابی مشکلات رایج در برد و راه‌حل‌ها	۱۶۶
۱.۲.۵. یخچال/فریزر روشن نمی‌شود	۱۶۷
۲.۲.۵. کمپرسور کار نمی‌کند یا به‌صورت متناوب خاموش می‌شود	۱۷۰
۳.۲.۵. سیکل دیفراست انجام نمی‌شود (برفک زدن)	۱۷۲
۴.۲.۵. فن‌ها کار نمی‌کنند یا صدای غیرعادی دارند	۱۷۵
۵.۲.۵. نمایشگر ارور نشان می‌دهد یا خاموش است	۱۷۸
۳.۵. تکنیک‌های تست قطعات خاص	۱۸۱
۱.۳.۵. تست رله‌ها	۱۸۱
۲.۳.۵. تست ترایاک‌ها و ترانزیستورها	۱۸۴

۱۸۸	 تست سنسورهای دمای NTC
۱۹۱	 تست موتور فن
۱۹۴	 تست هیتر دیفراست

فصل ۶

مباحث پیشرفته و تخصصی در تعمیرات بردهای یخچال و فریزر..... ۱۹۸

۱۹۸	 ۱.۶. تحلیل و عیب‌یابی بردهای اینورتر و کمپرسورهای BLDC
۱۹۹	 ۱.۱.۶. اصول عملکرد کمپرسورهای اینورتر
۲۰۲	 ۲.۱.۶. بلوک دیاگرام و تحلیل مدارهای درایور اینورتر
۲۰۵	 ۳.۱.۶. عیب‌یابی مشکلات مربوط به ارتباطات و سنسورهای موتور
۲۰۸	 ۲.۶. نکات تعمیراتی پیشرفته و چالش‌های خاص
۲۰۹	 ۱.۲.۶. عیب‌یابی بردهای دارای ارتباط (برد اصلی و نمایشگر)
۲۱۱	 ۲.۲.۶. مشکلات مربوط به ماژول‌های یخساز و آب‌سردکن
۲۱۴	 ۳.۲.۶. تحلیل خرابی‌های متناوب و زنجیره‌ای
۲۱۶	 ۴.۲.۶. رویکردهای پیشرفته در تعمیرات

واژه‌نامه..... ۲۱۹

منابع..... ۲۲۷

خط‌مشی انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب‌هایی با کیفیت عالی است که بتواند
خواسته‌های به‌روز 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 دکتر ابراهیم کشاورز صفری" 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

پیشگفتار

در دنیای امروز، تجهیزات الکترونیکی در قلب عملکرد تمامی لوازم خانگی، به ویژه سیستم های پیچیده تبرید مانند یخچال و فریزر، قرار دارند. بردهای الکترونیکی، به عنوان مغز این دستگاه ها، وظیفه کنترل و مدیریت تمامی فرآیندهای حیاتی از جمله سرمایش، دیفراست (برفک زدایی)، و نمایش اطلاعات را برعهده دارند. این بردها نه تنها عملکرد دستگاه را بهینه سازی می کنند، بلکه با کنترل دقیق کمپرسور، فن ها و سنسورها، به کاهش مصرف انرژی و افزایش طول عمر دستگاه کمک شایانی می کنند. با پیشرفت تکنولوژی و ورود بردهای **اینورتر** به این حوزه، که امکان کنترل سرعت متغیر کمپرسور را فراهم می کنند، پیچیدگی تعمیرات نیز افزایش یافته و نیاز به دانش تخصصی و به روز بیش از پیش احساس می شود. این بردها با بهره گیری از تکنولوژی های پیشرفته، کارایی بالاتری دارند اما عیب یابی آن ها مستلزم درک عمیق تری از مفاهیم الکترونیک قدرت و مدارات کنترلی است.

هدف اصلی از نگارش این کتاب، ارائه یک راهنمای جامع و کاربردی برای تحلیل و عیب یابی بردهای الکترونیکی یخچال و فریزر است. این اثر پلی میان مفاهیم نظری الکترونیک و چالش های عملی در کارگاه های تعمیرات خواهد بود. ما در تلاشیم تا با رویکردی متفاوت، خواننده را از یک **تئوریسین صرف** به یک **تعمیرکار ماهر و منطقی** تبدیل کنیم که می تواند با اطمینان کامل، مشکلات را ریشه یابی و برطرف نماید. مخاطب این کتاب، تکنسین ها، دانشجویان، و علاقه مندانی هستند که با دانش پایه الکترونیک، به دنبال تسلط بر عیب یابی و تعمیر تخصصی این بردها می باشند. این راهنما به صورت ویژه برای کسانی طراحی شده است که با ابزارهای اولیه مانند مولتی متر آشنا هستند، اما در مواجهه با مدارهای پیچیده، به یک نقشه راه عملی نیاز دارند.

در طول فصول این کتاب، شما با زبانی ساده و روان، از مرور سریع مفاهیم بنیادی الکترونیک (مانند ولتاژ، جریان و مقاومت) آغاز کرده و سپس به تحلیل تخصصی اجزا، بلوک دیاگرام ها و مسیر سیگنال ها در بردهای معمولی و اینورتر خواهید پرداخت. این کتاب به شما یاد می دهد که چگونه یک برد را مانند یک سیستم کامل ببینید و به جای تعویض قطعات به صورت تصادفی، با یک **رویکرد سیستماتیک عیب یابی**، قطعه معیوب را دقیقاً شناسایی کنید. ما به بررسی مشکلات رایج از جمله خرابی منبع تغذیه، مشکلات درایور کمپرسور، و خطاهای مربوط به سنسورها می پردازیم و راه حل های عملی و گام به گام ارائه خواهیم کرد. همچنین، بخش هایی به تحلیل و بررسی تفاوت های ساختاری و عملکردی بین بردهای معمولی و بردهای اینورتر اختصاص یافته است تا شما بتوانید با هر دو نوع تکنولوژی به صورت تخصصی کار کنید.

امید است این کتاب به ابزاری ارزشمند در دستان شما تبدیل شود و به ارتقاء مهارت و دانش جامعه تعمیرکاران و علاقه مندان به این حوزه کمک کند. این اثر حاصل سال ها تجربه عملی و آموزشی است و تلاش شده است تا تمامی نکات کلیدی و عملی که برای یک تعمیر موفق ضروری هستند، در آن گنجانده شود.

با آرزوی موفقیت در مسیر یادگیری و تخصص،

دکتر ابراهیم کشاورز صفری

مقدمه

در دهه‌های اخیر، بردهای الکترونیکی از یک جزء فرعی به عنصری حیاتی در عملکرد تمامی لوازم خانگی، به‌ویژه سیستم‌های تبرید، نظیر یخچال و فریزر، تبدیل شده‌اند. این دستگاه‌ها برای حفظ مواد غذایی به عملکرد دقیق و مداوم نیاز دارند. این موضوع به‌ویژه با ظهور فناوری‌های جدید مانند بردهای **اینورتر**، اهمیت دوچندانی یافته است. بردهای اینورتر با کنترل دقیق سرعت کمپرسور و فن‌ها، نه تنها به بهینه‌سازی عملکرد و کاهش مصرف انرژی کمک می‌کنند، بلکه طول عمر دستگاه را نیز افزایش می‌دهند. این پیچیدگی فنی، شناخت عمیق این بردها را نه تنها یک مهارت فنی، بلکه یک ضرورت برای هر تعمیرکار حرفه‌ای تبدیل کرده است.

این کتاب با هدف پرکردن شکاف میان دانش نظری و مهارت عملی در زمینه تحلیل و تعمیر بردهای الکترونیکی سیستم‌های تبرید خانگی تدوین شده است. در این کتاب، شما از یک رویکرد جامع بهره‌مند خواهید شد که شامل موارد زیر است:

- **مفاهیم پایه:** این بخش، به مرور سریع و کاربردی اصول اولیه الکترونیک می‌پردازد. ما از تعاریف ساده‌ای مانند ولتاژ، جریان و مقاومت آغاز می‌کنیم و سپس به قوانین اساسی مانند قانون اهم و قوانین کیرشهف خواهیم پرداخت. درک این مفاهیم، پایه و اساس درک مدارهای پیچیده‌تر است و به شما کمک می‌کند تا با یک نگاه تحلیلی به مدار نگاه کنید.
- **شناخت قطعات:** هر برد الکترونیکی از مجموعه‌ای از قطعات تشکیل شده است که هرکدام وظیفه خاصی دارند. در این کتاب، به معرفی و بررسی عملکرد قطعات الکترونیکی کلیدی که در بردهای یخچال و فریزر به کار رفته‌اند، خواهیم پرداخت. از مقاومت‌ها و خازن‌های ساده گرفته تا قطعات نیمه‌هادی پیچیده مانند آی‌سی‌های منبع تغذیه، ترانزیستورهای قدرت و درایورهای IGBT در بردهای اینورتر، همه به تفصیل بررسی خواهند شد.
- **تحلیل مدار:** دانستن عملکرد تک‌تک قطعات کافی نیست. یک تعمیرکار حرفه‌ای باید بتواند ارتباط بین قطعات را درک کند. این بخش به آموزش بلوک دیاگرام و شماتیک عمومی برد می‌پردازد. ما به‌صورت گام‌به‌گام، مسیر سیگنال‌های کنترلی و قدرت را از ورودی برق شهری تا خروجی کمپرسور و فن‌ها دنبال می‌کنیم. این تحلیل به شما کمک می‌کند تا بخش‌های مختلف برد را به‌صورت یک سیستم منسجم ببینید.
- **عیب‌یابی سیستماتیک:** به جای تعویض تصادفی قطعات که اغلب منجر به اتلاف وقت و هزینه می‌شود، ما به شما یک متدولوژی گام‌به‌گام برای تشخیص و رفع عیوب آموزش می‌دهیم. این روش شامل مشاهده دقیق علائم اولیه، انجام تست‌های هدفمند بر روی نقاط کلیدی مدار، و تحلیل منطقی نتایج است. شما یاد خواهید گرفت که چگونه از ابزارهای اندازه‌گیری مانند مولتی‌متر و اسیلوسکوپ به‌صورت مؤثر استفاده کنید.

- **بردهای پیشرفته:** بردهای اینورتر، با توانایی کنترل سرعت متغیر کمپرسورهای BLDC ، آینده صنعت تبرید خانگی هستند. یک بخش کامل به تحلیل تخصصی این بردها اختصاص یافته است، از نحوه عملکرد بخش PFC (تصحیح ضریب توان) گرفته تا درایورهای موتور سه فاز. ما به شما نشان می‌دهیم که چگونه به صورت تخصصی با این بردها برخورد کنید و مشکلات رایج در آنها را شناسایی و برطرف نمایید.

این کتاب به گونه‌ای طراحی شده است که خواننده را از دانش پایه به سطح یک تعمیرکار متخصص ارتقاء دهد. با مطالعه دقیق و تمرین مطالب، قادر خواهید بود تا با چالش‌های فنی در دنیای واقعی مقابله کرده و با دقت و سرعت بیشتری به تعمیرات بپردازید. این اثر، همراه همیشگی شما در مسیر یادگیری و تسلط بر هنر تعمیر بردهای الکترونیکی خواهد بود و دانش و اعتماد به نفس لازم برای تبدیل شدن به یک متخصص واقعی در این حوزه را به شما می‌بخشد.