



مرکز آموزش و تحقیقات راه‌آهن

شناسایی و طریقه بهره‌برداری از تجهیزات الکتریکی لکوموتیوهای دیزل الکتریک (GM) (ویرایش جدید)

پدیدآورندگان:

مهندس منصور مهدی زاده، مهندس علی اکبر آزادی احمدی، مهندس سعید باریکانی و عباس مصلی

با همکاری:

مهندس یوسف اسکندری، ناصر مجیدی فرد، حسین روح انزا، مهندس الامرضا دانشی،
رامین پناه سلطانی، مهندس محمدعلی حسینی و حسن اسداله‌هی

مرکز آموزش و تحقیقات راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران

۱۳۹۷

سرشناسه	:	باریکانی، سعید، ۱۳۴۶ -
عنوان و نام پدیدآور	:	شناسایی و طریقه بهره برداری از تجهیزات الکتریکی لکوموتیوهای دیزل الکتریک (GM) / پدید آور سعید باریکانی؛ با همکاری و ویرایش منصور مهدی زاده... [و دیگران]؛ به سفارش مرکز تحقیقات و آموزش راه آهن.
وضعیت ویراست	:	[ویراست ۲]
مشخصات نشر	:	تهران: جهانتاب، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	:	[۳۰۷] ص. : مصور، جدول.
شابک	:	978-964-8247-89-3
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبا
یادداشت	:	کتابنامه: ص. [۳۰۷].
موضوع	:	لوکوموتیوهای دیزل
موضوع	:	Diesel locomotives
موضوع	:	لوکوموتیوهای دیزل — طرح و ساختمان
موضوع	:	Diesel locomotives — Design and construction
موضوع	:	لوکوموتیوها — نگهداری و تعمیر
موضوع	:	Locomotives — Maintenance and repair
شناسه افزوده	:	مهدی زاده، منصور، ۱۳۵۰ -
شناسه افزوده	:	راه آهن جمهوری اسلامی ایران. مرکز تحقیقات و آموزش
رده بندی کنگره	:	۱۳۹۷ ۹۷۹/۲۶۱۹ TJJ
رده بندی دیویی	:	۶۲۲ - ۶۲۲
شماره کتابشناسی ملی	:	۹۷۹۰۶۸

آدرس: میدان راه آهن، خیابان دریا، درب غربی حوزه شش راه آهن،
ساختمان مرکز آموزش و تحقیقات راه آهن



مرکز آموزش و تحقیقات راه آهن

شناسایی و طریقه بهره برداری از تجهیزات الکتریکی لکوموتیوهای دیزل الکتریک (GM) (ویرایش جدید)

پدیدآورندگان:

مهندس منصور مهدی زاده، مهندس علی اکبر آزادی احمدآبادی، مهندس عبدالربی و عباس مصلی

با همکاری:

مهندس یوسف اسکندری، ناصر مجیدی فرد، حسین روح افزا، مهندس غلامرضا دانشی، رامین پناه سلطانی، مهندس احمدعلی حسینیون و حسن اسدالهی

ویراستار ادبی و پرداخت نهایی: ناصر مجیدی فرد

تایپ، صفحه‌آرایی، طرح جلد، امور گرافیکی و رایانه‌ای: مهشید جهانتاب

چاپ اول: ۱۳۹۷

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

بها: ۳۲۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۸۲۴۷-۸۹-۳

«کلیه حقوق این اثر برای مرکز آموزش و تحقیقات راه آهن محفوظ می باشد»

پست الکترونیکی: Rwamaouzesh@rai.ir

سایت مرکز آموزش: <http://www.raic.ra.ir>

شماره تماس: ۵۵۱۲۴۱۲۹-۳۰

۱۹	پیشگفتار
۲۱	مقدمه
۲۳	۱- ماشین‌های الکتریکی لکوموتیوهای GM
۲۵	۱-۱- ماشین‌های الکتریکی لکوموتیوهای GT26CW
۲۵	۱-۱-۱ ژنراتور اصلی مدل AR 10A5
۲۹	۱-۱-۲ ژنراتور همراه مدل D14
۳۲	۱-۱-۳ ژنراتور همراه مدل D14
۳۳	۱-۱-۴ ژنراتور همراه مدل C 15
۳۳	۱-۱-۵ ژنراتور کمکی
۳۴	۱-۱-۶ ژنراتور کمکی مدل DC 150
۳۵	۱-۱-۷ ژنراتور کمکی مدل AC 147
۳۸	۱-۱-۸ تراکشن موتور
۳۸	۱-۱-۹ تراکشن موتور D77
۴۴	۱-۱-۱۰ تراکشن موتور D77
۴۵	۱-۱-۱۱ الکتروموتورهای استارت
۴۶	۱-۱-۱۲ الکتروموتورهای پمپ گازوئیل و پمپ کمکی روغن
۴۷	۱-۱-۱۳ الکتروموتور فن خنک‌کننده‌ی مقاومت‌های ترمز دینامیک
۴۸	۱-۱-۱۴ الکتروموتور فن‌های خنک‌کننده‌ی آب موتور
۵۰	۱-۱-۱۵ الکتروموتور مکنده‌ی اتاق هوای تمیز
۵۱	۱-۱-۱۶ الکتروموتورهای مارش - دینامیک
۵۲	۱-۱-۱۶-۱ مشخصات موتور الکتریکی
۵۳	۱-۱-۱۷ الکتروموتور بخاری
۵۳	۱-۱-۱۸ الکتروموتور یخچال لکوموتیوهای 2-GT26CW
۵۵	۲- ماشین‌های الکتریکی لکوموتیوهای G22W
۵۵	۱-۲-۱ ژنراتور اصلی D25P

- ۱-۲-۲ ژنراتور کمکی لکوموتیو G22W ۵۸
- ۱-۲-۳ تراکشن موتور ۵۸
- ۱-۲-۴ تراکشن موتور D77 ۵۹
- ۱-۲-۵ الکتروموتور فن خنک کننده‌ی مقاومت‌های ترمز دینامیک G22W ۶۱
- ۱-۲-۶ الکتروموتور پمپ گازوئیل ۶۲
- ۱-۲-۷ الکتروموتور بخاری ۶۳
- ۱-۲-۸ الکتروموتور آب سرد کن ۶۴
- ۳-۱ ماشینهای الکتریکی لکوموتیوهای G 12 ۶۵
- ۱-۱-۱ ژنراتور اصلی مدل D12F ۶۵
- ۱-۲-۱ ژنراتور کمکی لکوموتیو G 12 ۶۹
- ۱-۳-۱ موتور پمپ گازوئیل ۷۳
- ۱-۳-۴ الکتروموتور فن خنک کننده‌ی مقاومت ۷۴
- ۱-۳-۵ الکتروموتور بخاری ۷۵
- ۱-۳-۶ موتور آب سرد کن ۷۶
- ۲- تجهیزات حفاظتی و کنترل لکوموتیوهای GM ۷۷
- ۱-۲ سیستم‌های هشداردهنده‌ی لکوموتیو GT26CW ۷۹
- ۲-۲ سیستم‌های حفاظتی لکوموتیوهای GT 26 ۸۱
- ۱-۲-۲ فیوز ۸۱
- ۲-۲-۲ کلید خودکار ۸۲
- ۳-۲-۲ مقاومت ها ۸۳
- ۴-۲-۲ رنوستاها ۸۵
- ۵-۲-۲ رله‌ها، کلیدها و کنتاکتورها ۸۶
- ۶-۲-۲ تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی لکوموتیوهای GT 26CW ۱۱۱
- ۳-۲ سیستم‌های هشداردهنده و حفاظتی لکوموتیوهای G22W ۱۲۷
- ۱-۳-۲ کلید کارانداز موتور ۱۲۷
- ۲-۳-۲ کلید تحریک میدان ژنراتور ۱۲۷
- ۳-۳-۲ کلید کنترل و به کارانداز پمپ گازوئیل ۱۲۸
- ۴-۳-۲ لامپ داغ شدن موتور ۱۲۸
- ۵-۳-۲ لامپ افت فشار روغن ۱۲۸
- ۶-۳-۲ لامپ اتصال به زمین ۱۲۹
- ۷-۳-۲ کلید فشاری رفع اتصال به زمین ۱۲۹

۱۲۹	۸ - ۳ - ۲	آمپر متر شارژ باتری
۱۳۰	۹ - ۳ - ۲	دکمه فشاری توقف موتور
۱۳۰	۱۰ - ۳ - ۲	کلید کنترل نورافکن‌ها
۱۳۱	۱۱ - ۳ - ۲	کلید دوجانبه (ISOLATION SWITCH)
۱۳۱	۱۲ - ۳ - ۲	تابلوی فیوزها و کلیدها
۱۳۲	۱۳ - ۳ - ۲	تابلوی کلیدهای خودکار
۱۳۲	۴ - ۲	تجهیزات الکتریکی لکوموتیوهای G22W
۱۳۲	۱ - ۲ - ۲	خازنهای G22 - CA
۱۳۳	۲ - ۲ - ۲	یکسوکننده‌های CR
۱۳۵	۳ - ۴ - ۲	تایمر حرارتی موتور - ETS
۱۳۵	۴ - ۲	رله حرکت به سمت جلو - FOR
۱۳۵	۵ - ۴ - ۲	کنتاکتور پمپ سوخت - FPC
۱۳۶	۶ - ۴ - ۲	رله‌ی پمپ سوخت - FPR
۱۳۶	۷ - ۴ - ۲	مقاومتها - RF
۱۳۸	۸ - ۴ - ۲	کنتاکتور - FT
۱۳۸	۹ - ۴ - ۲	رله - SS1
۱۳۷	۱۰ - ۴ - ۲	ترموستات - TA
۱۳۸	۱۱ - ۴ - ۲	ترموستات - TB
۱۳۸	۱۲ - ۴ - ۲	رله‌ی تأخیری انتقال - TDR
۱۳۹	۱۳ - ۴ - ۲	رله زمانی شن‌پاش - TDS
۱۳۹	۱۴ - ۴ - ۲	تنظیم ولتاژ - VR
۱۳۹	۱۵ - ۴ - ۲	رله‌ی WS
۱۴۰	۱۶ - ۴ - ۲	کنتاکتورهای انتقال موتوری - M (M12, M34)
۱۴۰	۱۷ - ۴ - ۲	شیر مغناطیسی کنترل شن‌پاش - MV - SH
۱۴۱	۱۸ - ۴ - ۲	شیرهای مغناطیسی کنترل شن‌پاش - MV1 - SF, SR
۱۴۱	۱۹ - ۴ - ۲	کنتاکتورهای قدرت پارالل - P
۱۴۱	۲۰ - ۴ - ۲	رله‌ی کنترل هوا - PCR
۱۴۱	۲۱ - ۴ - ۲	رله‌ی محدودکننده‌ی قدرت - PLR
۱۴۲	۲۲ - ۴ - ۲	رله‌ی پارالل - PR
۱۴۲	۲۳ - ۴ - ۲	رله‌ی کمکی پارالل - P3A
۱۴۲	۲۴ - ۴ - ۲	رله‌ی حرکت به سمت عقب - RER
۱۴۳	۲۵ - ۴ - ۲	کنتاکتور حرکت به سمت جلو - RVF

۱۴۴	کنتاکتور حرکت به سمت عقب RVR	۲۶-۴-۲
۱۴۴	کنتاکتورهای قدرت سری - S	۲۷-۴-۲
۱۴۴	کنتاکتور شنت فیلد - SF	۲۸-۴-۲
۱۴۵	رله‌ی تأخیری موازی کردن قطب‌های تراکشن موتور - FSD	۲۹-۴-۲
۱۴۶	رله‌ی انتقال بجلو-FTR	۳۰-۴-۲
۱۴۶	رله‌ی کمکی انتقال بجلو - FTX	۳۱-۴-۲
۱۴۶	رله‌ی تحریک میدان ژنراتور -GFR	۳۲-۴-۲
۱۴۷	رله‌ی اتصال به زمین -GR	۳۳-۴-۲
۱۴۷	شیر مغناطیسی MV - DBI	۳۴-۴-۲
۱۴۷	شیر مغناطیسی فن خنک‌کننده‌ی آب رادیاتور MV - FAN	۳۵-۴-۲
۱۴۸	موتور پمپ ORS	۳۶-۴-۲
۱۴۸	کنتاکتور استارت -GS	۳۷-۴-۲
۱۴۸	مظبط - LF ۱۴۵	۳۸-۴-۲
۱۴۹	رله‌ی RF	۳۹-۴-۲
۱۴۹	شیر مغناطیسی کنترل کمپرسور - MV - CC	۴۰-۴-۲
۱۵۰	کنتاکتور ترمز دینامیک - B	۴۱-۴-۲
۱۵۰	کنتاکتور B 42	۴۲-۴-۲
۱۵۰	کنتاکتور باتری فیلد (BF)	۴۳-۴-۲
۱۵۱	رله‌ی ترمز دینامیک - BR	۴۴-۴-۲
۱۵۱	تنظیم‌کننده‌ی ترمز دینامیک - BBR	۴۵-۴-۲
۱۵۱	تایمر تخلیه‌ی مخزن اصلی هوا - EBT	۴۶-۴-۲
۱۵۱	رله‌ی کار کردن موتور - ER	۴۷-۴-۲
۱۵۲	کلید شن‌پاش اضطراری - ESS	۴۸-۴-۲
۱۵۲	کلید حرارتی موتور - ETS	۴۹-۴-۲
۱۵۲	رله‌ی برگشتن از حالت پارالل به حالت سری - پارالل - TR	۵۰-۴-۲
۱۵۲	رله‌ی اخطار ترمز دینامیک - BWR	۵۱-۴-۲

۳- نقشه خوانی و تحلیل کیفی مدارهای الکتریکی لکوموتیوهای GM

۱۵۷	۱-۳ لامپ‌های هشداردهنده (خبر)
۱۵۸	۳-۱-۱ لامپ گرفتگی فیلتر توربوشارژ
۱۵۸	۳-۱-۲ لامپ گرم شدن آب موتور
۱۵۸	۳-۱-۳ لامپ بیرون بودن دکمه‌ی گاورنر

- ۱۵۹..... ۳-۱-۴ لامپ هشدار دهنده‌ی اتصالی بزمین
- ۱۶۰..... ۳-۲ شرح مدار دریچه و پروانه های خنک کننده‌ی آب رادیاتور لکوموتیوهای GT26CW
- ۱۶۵..... ۳-۳ مدار نورافکن های CW
- ۱۶۵..... ۳-۳-۱ شرح مدار نورافکن ها
- ۱۶۶..... ۳-۳-۲ مدار نورافکن های پرنور جلو
- ۱۶۶..... ۳-۳-۳ مدار نورافکن های پرنور عقب
- ۱۶۷..... ۳-۴ مدار آزمایش پارالل دستی
- ۱۶۹..... ۳-۴-۱ شرح مدار
- ۱۷۲..... ۳-۵ زنگ اختلال در لکوموتیوهای GT26CW
- ۱۷۲..... ۳-۵-۱ حالت عملکرد، چگونگی تشخیص و وظیفه لکوموتیوران
- ۱۷۴..... ۳-۵-۲ شرح مدار الکتریکی زنگ خبر
- ۱۷۸..... ۳-۶ شرح مدار پمپ مکشی و غنکاری توربوشارژ
- ۱۷۸..... ۳-۶-۱ مرحله‌ی اول - قبل از روشن شدن موتور
- ۱۷۹..... ۳-۶-۲ مرحله‌ی دوم - پس از روشن شدن موتور
- ۱۷۹..... ۳-۶-۳ مرحله‌ی سوم - پس از خاموش شدن موتور
- ۱۷۹..... ۳-۷ مدار شن‌پاش لکوموتیوهای GT26CW
- ۱۸۲..... ۳-۷-۱ شرح مدار الکتریکی شن‌پاش
- ۱۸۴..... ۳-۸ شرح مدار پمپ گازوئیل
- ۱۸۴..... ۳-۸-۱ شرح مدار الکتریکی پمپ گازوئیل
- ۱۸۶..... ۳-۹ مدار استارت
- ۱۸۸..... ۳-۹-۱ شرح مدار الکتریکی استارت
- ۱۸۸..... ۳-۹-۲ نحوه‌ی عملکرد مدار استارت
- ۱۹۰..... ۳-۱۰ مدار گاز خوردن (تغییر دور)
- ۱۹۲..... ۳-۱۰-۱ شرح مدار الکتریکی گاز خوردن (تغییر دور موتور)
- ۱۹۴..... ۳-۱۱ سیستم تغییر جهت حرکت لکوموتیو (مارش)
- ۱۹۴..... ۳-۱۱-۱ شرح مدار تغییر جهت حرکت لکوموتیو
- ۱۹۹..... ۳-۱۲ مدار تحریک میدان ژنراتور
- ۲۰۰..... ۳-۱۲-۱ آماده شدن شرایط لکوموتیو برای حرکت به یک سمت جلو یا عقب
- ۲۰۰..... ۳-۱۲-۲ تحریک کننده کنتاکتور (GF) تحریک میدان ژنراتور اصلی
- ۲۰۱..... ۳-۱۲-۳ صدور فرمان به گیت تریستورها جهت تحریک
- ۲۰۶..... ۳-۱۲-۴ یکسو شدن جریان متناوب ژنراتور همراه و تحریک قطب های ژنراتور اصلی
- ۲۰۶..... ۳-۱۳ مدار سری - پارالل (TRANSITION)

- ۲۱۰..... ۳-۱۳-۱ حفاظت در مقابل اضافه سرعت تراکشن موتور
- ۲۱۱..... ۳-۱۳-۲ برگشتن از حالت تمام پارالل به حالت سری - پارالل
- ۲۱۴..... ۳-۱۴-۱ ترمز دینامیک در لکوموتیوهای GT26CW
- ۲۱۶..... ۳-۱۴-۱ چگونگی انجام ترمز دینامیک و مراحل عملکرد سیستم
- ۲۲۳..... ۴- سیستم‌های کنترل تحریک و توان لکوموتیو 2-GT26CW
- ۲۲۵..... ۴-۱ نحوه‌ی عمل سیستم
- ۲۲۶..... ۴-۲ کنترل توان و تحریک در حالت کشش
- ۲۲۸..... ۴-۲-۱ ماجول فیدبک (FP)
- ۲۳۲..... ۴-۲-۱ ماجول تنظیم ولتاژ اصلی (GV)
- ۲۳۳..... ۴-۲-۳ ماجول تنظیم تحریک ژنراتور اصلی (GX)
- ۲۳۶..... ۴-۲-۱ ماجول حفاظت پشتیبان تحریک ژنراتور اصلی (EL)
- ۲۳۹..... ۴-۲-۵ ماجول تنظیم بار
- ۲۴۲..... ۴-۲-۶ ماجول کنترل نرمی تغییر قدرت (RC 12)
- ۲۴۷..... ۴-۲-۷ ماجول تنظیم زاویه‌ی پیش SCR ها (SE 13)
- ۲۵۶..... ۴-۲-۸ ماجول تنظیم تحریک یخدار ژنراتور اصلی و ولتاژ مرجع (TH)
- ۲۶۷..... ۴-۲-۹ ماجول انتقال از حالت سبک - رازی به موازی کامل (TR 12)
- ۲۷۰..... ۴-۳ تنظیم ولتاژ
- ۲۷۰..... ۴-۳-۱ ماجول تنظیم‌کننده‌ی ولتاژ ژنراتور کمک VR 10
- ۲۷۴..... ۴-۴ آشکارسازی و تصحیح لغزش چرخ
- ۲۷۴..... ۴-۴-۱ ماجول شن‌یاب (SA)
- ۲۷۹..... ۴-۴-۲ ماجول لغزش چرخ (Ws 10)
- ۲۸۷..... ۴-۴-۳ مدار پل لغزش چرخ
- ۲۸۸..... ۴-۴-۴ مبدل لغزش چرخ
- ۲۹۱..... ۴-۵ کنترل توان و تحریک در حالت ترمز دینامیک
- ۲۹۱..... ۴-۵-۱ ماجول تنظیم ترمز دینامیک (DR)
- ۲۹۴..... ۴-۵-۲ ماجول حفاظت ترمز دینامیک (DP)
- ۲۹۸..... ۴-۵-۳ ماجول حفاظت از مقاومت‌های ترمز دینامیک (DG)
- ۳۰۷..... منابع و مأخذ
- ۳۰۸..... معرفی کتب منتشر شده در مرکز تحقیقات و آموزش راه‌آهن

پیشگفتار

منابع علمی، تخصصی و کتب فنی در زمینه‌ی مهندسی راه‌آهن در زبان فارسی چه به صورت ترجمه و چه تالیف نسبت به سایر رشته‌های مهندسی، چندان زیاد نیست که دلیل عمده‌ی آن قبل از هر چیز می‌تواند عدم توجه کافی به این صنعت در برنامه‌ریزی کشور در گذشته و حال باشد؛ با علم به این که زیربنای توسعه‌ی صنعتی در تمامی کشورهای پیشرفته، وجود زیرساخت‌های گسترده راه‌آهن است.

در این رابطه، در کشور ما در برهه‌ای از تاریخ راه‌آهن، فردی شد با همکاری شرکت دکنسالت آلمان تحولی در آموزش راه‌آهن بویژه در خصوص تدوین کتاب‌های آموزشی در کلیه‌ی زمینه‌های تخصصی مشاغل راه‌آهن بوجود آید، که به علت دارا بودن مشکلات نیمه تمام رها گردید. آنچه امروزه در کشورهای توسعه یافته در خصوص فراگیران نیروی انسانی مطرح است، استفاده از فن‌آوری اطلاعات (IT) می‌باشد که بواسطه‌ی آن مراجع علمی، تخصصی به صورت خیرت‌آوری در حال تولید، تکثیر و توزیع می‌باشند. در این راستا، در خصوص حمل و نقل به عنوان بخش اعظم ارتباطات، تحولات شگرفی بوقوع پیوسته که قطارهای سریع‌السیر امروزی حاصل برنامه‌ریزی‌های زیربنایی و آموزشی دهه‌های گذشته می‌باشد و این در حالی است که در کشور ما تأمین و دسترسی به منابع روز به سهولت امکان‌پذیر نمی‌باشد.

معدالک، مرکز آموزش راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران به عنوان اصلی‌ترین متولی آموزش علمی - تخصصی صنعت ریلی در کشور با درک وظیفه و رسالت سنگین خود در این زمینه، تلاش‌های همه جانبه و زیادی را آغاز نموده که تاکنون چندین مرجع علمی مهم و ضروری را به دست اندرکاران صنعت ریلی کشور تقدیم نموده است. این امر در آینده نزدیک به صورت گسترده‌ای ادامه خواهد یافت. در این راستا، به دنبال وعده‌هایی که در پیشگفتار کتاب «شناسایی و طبقه‌ی بهره‌برداری از تجهیزات مکانیکی لکوموتیوهای GM» داده شده بود، اینک کتاب «شناسائی و طبقه‌ی بهره‌برداری از تجهیزات الکتریکی لکوموتیوهای GM» تقدیم مهندسین، کارشناسان و علاقمندان صنعت ریلی کشور می‌گردد، امید این که شاهد بهره‌وری بهتر و کم هزینه‌تر لکوموتیوهای فوق باشیم.

این کتاب به سرفه‌های ماشین‌ها، مدارات و ماجول‌های الکتریکی موجود در انواع لکوموتیوهای دیال الکتریک جنرال موتورز که در راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران در سرویس هستند، پرداخته و اثر با همت و تلاش بسیار و همکاری نزدیک مهندسین و کارشناسان مرکز آموزش مرکز تحقیقات و اداره‌ی کل نیروی کشش راه‌آهن در گروه تخصصی ناوگان مرکز آموزش راه‌آهن و با استفاده از متون و مراجع موثق کمپانی سازنده، تدوین و تالیف گردیده است که جایز ارد از زحمات و خدمات همکاران از جمله آقایان مهندس سعید باریکانی برای فصل‌های اول و دوم و مهندس منصور مهدی‌زاده برای فصل‌های سوم و چهارم و آقای مهندس جهانیان برای بازنگری نهایی کتاب و آقای ناصر مجیدی فرد در ویرایش ادبی و پرداخت نهایی این اثر و همچنین دیگر عزیزانی که به نحوی در تهیه این کتاب نقش داشته‌اند تشکر و قدردانی گردد.

مرکز آموزش و تحقیقات راه‌آهن