

«بسم الله الرحمن الرحيم»

# الکترونیک کار عمومی

## «درجه ۲»

بر اساس استاندارد ملی مهارت با کد بین المللی ۸-۵۲/۱۱

مؤلفین:

مهندس مهدی قربانی - کارشناس سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

مهندس امیررضا خدائی - دبیر فنی حرفه‌ای و رسمی وزارت آموزش و پرورش

قربانی، مهدی، ۱۳۴۹ -  
الکترونیک کار عمومی درجه ۲: براساس استاندارد ملی مهارت با کد  
بین‌المللی ۵۲/۱۱ - ۸ / مولفین مهدی قربانی، امیررضا خدایی، --  
تهران: اتحاد، ۱۳۸۳.  
ص:، محور، جدول، نمودار.

ISBN: 964-8783-02-0

فهرست نویسی براساس اطلاعات فیبا.

۱. آموزش فنی -- ایران -- برنامه‌های درس -- استانداردها. ۲.  
الکترونیک. الف. خدایی، امیررضا، ۱۳۵۳ - ب. عنوان.  
۱۳۸۳ LC ۱۰۴۷ / الف / ۳۷۰ / ۱۱۳۰۹۵۵

۸۳-۳۶۴۸۷

کتابخانه ملی ایران

نام کتاب : الکترونیک کار عمومی درجه ۲ (کد ۵۲/۱۱-۸)  
مؤلف : مهندس مهدی قربانی - مهندس امیررضا خدایی  
ناشر : اتحاد  
لیتوگرافی : طیف‌نگار  
حروفنگاری : گروه هنری رز ۶۴۹۶۲۸۵  
چاپ : ظفر - دیدآور  
نوبت چاپ : اول ۱۳۸۴  
تیراژ : ۲۰۰۰  
قیمت : ۳۲۰۰۰ ریال

مراکز پخش:

نشر و پخش آیلاز

انقلاب - خیابان شهید منیری جاوید (اردیبهشت) - چهارراه شهدای ژاندارمری - شماره ۲۲۳  
(ساختمان دانشجو) طبقه اول تلفن ۶۴۰۱۲۵۵ دوزنگار ۶۴۹۴۴۳۱

فروشگاه شماره ۱

انقلاب - روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران - بازارچه کتاب، (کتاب آیلاز) تلفن ۶۴۱۱۸۶۵

فروشگاه شماره ۲

کریمخان زند - مابین ایرانشهر و خردمند جنوبی - شماره ۱۴۴

ISBN: 964-8783-02-0

شابک ۰۲ - ۰۸۷۸۳ - ۹۶۴

استاندارد مهارت و آموزشی

# الکترونیک کار عمومی

«رشته: الکترونیک»

تهیه کنندگان:

کمیته تهیه و تدوین استاندارد

مدیریت پژوهشی

شماره استاندارد

درجه سال

کد بین المللی

مدیریت پژوهش

۸-۵۲/۱۱

۸۱

-

## مفاهیم اصطلاحات بکار برده شده در استاندارد:

۱- کلمه آشنایی: به مفهوم داشتن اطلاعات مقدماتی

۲- کلمه شناسایی: به مفهوم داشتن اطلاعات کامل

۳- کلمه اصول: به مفهوم مبانی مطالب تئوری

۴- کلمه توانائی: به مفهوم قدرت انجام کار

## شرایط کارآموزی:

۱- حداقل تحصیلات: دیپلم ریاضی، دیپلم فنی و تجربی

۲- وضعیت جسمانی: متناسب با شغل مربوطه

۳- سایر شرایط:

## تعریف:

الکترونیک کار عمومی کسی است که کار و شناسایی قطعات و مدارهای عمومی الکترونیک، مونتاژ، عیب‌یابی و رفع عیب آنها و کار با نرم‌افزارهای موردنیاز الکترونیک را داشته باشد.

فصل اول

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| آشنائی با الکتریسته .....                           | ۱۹ |
| ساختمان اتم و توجیه پدیده‌های الکتریکی .....        | ۲۰ |
| آشنائی با نحوه باردار شدن اجسام .....               | ۲۲ |
| باردار شدن از طریق اصطکاک .....                     | ۲۲ |
| باردار شدن از طریق تماس .....                       | ۲۲ |
| باردار کردن از طریق القاء .....                     | ۲۲ |
| بارهای الکتروستاتیکی و قانون بارهای الکتریکی .....  | ۲۳ |
| قانون کولن .....                                    | ۲۳ |
| شدت جریان الکتریکی و واحد اندازه‌گیری آن .....      | ۲۴ |
| نیروی محرکه الکتریکی و واحد اندازه‌گیری آن .....    | ۲۴ |
| هدایت الکتریکی مخصوص .....                          | ۲۵ |
| مقاومت الکتریکی مخصوص .....                         | ۲۵ |
| مقاومت الکتریکی .....                               | ۲۶ |
| تأثیر سطح مقطع هادی در مقاومت الکتریکی .....        | ۲۶ |
| تأثیر طول هادی در مقاومت الکتریکی .....             | ۲۶ |
| رابطه کلی مقاومت الکتریکی هادی .....                | ۲۷ |
| اثر حرارت بر مقاومت الکتریکی .....                  | ۲۷ |
| تلفانس در مقاومتها .....                            | ۲۹ |
| جریان مجاز در مقاومتها .....                        | ۲۹ |
| نحوه بدست آوردن مقدار مقاومتها از روی کد رنگی ..... | ۲۹ |
| کار و توان الکتریکی .....                           | ۳۰ |
| واحد کار و توان الکتریکی .....                      | ۳۰ |
| توان مجاز مقاومتها .....                            | ۳۱ |
| حل چند مسئله نمونه .....                            | ۳۱ |
| سؤالات تشریحی فصل اول .....                         | ۳۴ |

## فصل دوم

|    |                                    |
|----|------------------------------------|
| ۳۶ | قانون اهم                          |
| ۳۷ | اتصال سری مقاومتهای اهمی           |
| ۳۷ | محاسبه مقاومت معادل در مدار سری    |
| ۳۹ | تقسیم ولتاژ در مدار سری            |
| ۴۰ | قانون ولتاژ کریشف (KVL)            |
| ۴۱ | توان مجاز و توان مصرفی در مدار سری |
| ۴۴ | سؤالات تشریحی فصل دوم              |

## فصل سوم

|    |                                      |
|----|--------------------------------------|
| ۴۶ | اتصال مقاومتها به طور موازی          |
| ۴۶ | مقاومت معادل در مدار موازی           |
| ۴۸ | تقسیم جریان در مدار موازی            |
| ۵۰ | قانون جریان کریشف                    |
| ۵۱ | توان در مدار موازی                   |
| ۵۱ | مدارهای ترکیبی سری- موازی            |
| ۵۳ | باتری، پیلهای سری، موازی و سری موازی |
| ۵۳ | اتصال سری پیلها                      |
| ۵۳ | اتصال موازی پیلها                    |
| ۵۳ | اتصال سری- موازی پیلها               |
| ۵۶ | سؤالات تشریحی فصل سوم                |

## فصل چهارم

|    |                                                                           |
|----|---------------------------------------------------------------------------|
| ۵۸ | اصول استفاده از ولتمتر و ساختمان داخلی آن                                 |
| ۵۹ | اصول استفاده از آمپر متر و ساختمان داخلی آن                               |
| ۶۰ | اصول استفاده از اهم متر و ساختمان داخلی آن                                |
| ۶۱ | اصول استفاده از مولتی متر دیجیتالی و طرز کار آن                           |
| ۶۵ | آشنائی با اسیلوسکوپ و طرز کار آن                                          |
| ۷۱ | آشنائی با نحوه اندازه گیری ولتاژ، فرکانس، شرت جریان و اختلاف فاز با اسکوپ |
| ۷۳ | آشنائی با فانکشن ژنراتور و طرز کار آن                                     |
| ۷۳ | آشنائی با سیگنال ژنراتور صوتی و طرز کار آن                                |
| ۷۶ | سؤالات تشریحی فصل چهارم                                                   |

## فصل پنجم

|    |                                              |
|----|----------------------------------------------|
| ۷۸ | تعریف خازن و ساختمان آن                      |
| ۷۸ | شارژ کردن یک خازن                            |
| ۷۹ | میدان الکتریکی بین صفحات خازن                |
| ۷۹ | شارژ و دشارژ یک خازن در مدار جریان مستقیم DC |
| ۷۹ | شارژ خازن در مدار DC                         |
| ۸۰ | واحد ظرفیت خازن                              |
| ۸۰ | ثابت زمانی خازن                              |
| ۸۱ | عوامل مؤثر بر ظرفیت خازن                     |
| ۸۱ | تأثیر مساحت صفحات خازن بر ظرفیت خازن         |
| ۸۱ | تأثیر فاصله بین صفحات بر ظرفیت خازن          |
| ۸۱ | اثر دی الکتریک یا ماده عایق بر ظرفیت خازن    |
| ۸۱ | ثابت دی الکتریک                              |
| ۸۲ | اتصال سری خازنها                             |
| ۸۳ | اتصال موازی خازنها                           |
| ۸۳ | اتصال مختلط خازنها                           |
| ۸۵ | انرژی ذخیره شده در خازن                      |
| ۸۵ | حل چند مسئله نمونه                           |
| ۸۸ | سؤالات تشریحی فصل پنجم                       |

## فصل ششم

|    |                                |
|----|--------------------------------|
| ۹۰ | تعریف جریان متناوب             |
| ۹۰ | تولید جریان متناوب             |
| ۹۱ | مشخصات جریان متناوب            |
| ۹۲ | پریود یا زمان تناوب            |
| ۹۲ | تعریف فرکانس و واحد آن         |
| ۹۳ | تعریف سرعت زاویه‌ای و مقدار آن |
| ۹۳ | معادله زمانی جریان سینوسی      |
| ۹۳ | مقدار متوسط ولتاژ و جریان      |
| ۹۴ | مقدار مؤثر ولتاژ و جریان       |
| ۹۵ | مدارهای اهمی جریان متناوب      |
| ۹۵ | مدارهای غیراهمی جریان متناوب   |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| تعریف سلف (بوبین) و خودالقاء         | ۹۵  |
| مقدار نیروی محرکه الکتریکی خودالقاء  | ۹۶  |
| قانون لنز                            | ۹۶  |
| تأثیر شکل هادی بر خودالقاء           | ۹۶  |
| اندوکسیون مغناطیسی اطراف یک سیم راست | ۹۶  |
| اندوکانس یا ضریب خودالقاء            | ۹۷  |
| عوامل مؤثر در ضریب خودالقاء          | ۹۷  |
| ثابت زمانی سلف                       | ۹۷  |
| مقاومت القائی                        | ۹۸  |
| اتصال سلفها                          | ۹۸  |
| القای متقابل                         | ۹۹  |
| سؤالات تشریحی فصل ششم                | ۱۰۳ |

### فصل هفتم

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| مدار معادل الکتریکی یک سلف حقیقی               | ۱۰۶ |
| امپدانس مدار $R-L$ سری                         | ۱۰۷ |
| اختلاف فاز و ضریب توان در مدار $R-L$ سری       | ۱۰۸ |
| توانهای مدار $R-L$ سری                         | ۱۰۸ |
| ضریب کیفیت مدار $R-L$ سری                      | ۱۰۹ |
| اثر تغییر فرکانس شبکه بر مدار $R-L$ سری        | ۱۱۰ |
| مدار $R-L$ موازی                               | ۱۱۰ |
| امپدانس مدار $R-L$ موازی                       | ۱۱۱ |
| اختلاف فاز و ضریب توان مدار $R-L$ موازی        | ۱۱۱ |
| توانهای مدار $R-L$ موازی                       | ۱۱۱ |
| ضریب کیفیت مدار $R-L$ موازی                    | ۱۱۲ |
| اثر متغیر فرکانس شبکه بر مدارهای $R-L$ موازی   | ۱۱۲ |
| حل چند مسئله نمونه از مدارات $R-L$ سری و موازی | ۱۱۳ |
| سؤالات تشریحی فصل هفتم                         | ۱۱۷ |

### فصل هشتم

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| مدار معادل الکتریکی یک خازن حقیقی | ۱۲۰ |
| مدار $R-C$ سری                    | ۱۲۰ |
| محاسبه امپدانس مدار $R-C$ سری     | ۱۲۰ |

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| اختلاف فاز و ضریب توان در مدار R-C سری       | ۱۲۱ |
| توانها در مدار R-C سری                       | ۱۲۱ |
| تأثیر فرکانس در مدار R-C سری                 | ۱۲۲ |
| ضریب کیفیت مدار R-C                          | ۱۲۲ |
| مدار R-C موازی                               | ۱۲۳ |
| امپدانس مدار R-C موازی                       | ۱۲۳ |
| اختلاف فاز بین ولتاژ و جریان و ضریب توان     | ۱۲۳ |
| ضریب کیفیت مدار R-C موازی                    | ۱۲۴ |
| توانها در مدار R-C موازی                     | ۱۲۵ |
| تأثیر فرکانس بر مدارهای R-C موازی            | ۱۲۵ |
| حل چند مسئله نمونه از مدارات R-C سری و موازی | ۱۲۶ |
| سوالات تشریحی فصل هشتم                       | ۱۲۹ |

### فصل نهم

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| کاربرد مدارهای L-C                             | ۱۳۲ |
| مدار L-C سری                                   | ۱۳۲ |
| امپدانس مدار L-C سری                           | ۱۳۲ |
| توانها در L-C سری                              | ۱۳۲ |
| تشدید یا رزونانس در مدار L-C سری               | ۱۳۳ |
| تأثیر فرکانس در امپدانس و جریان مدار L-C سری   | ۱۳۳ |
| مدار L-C موازی                                 | ۱۳۴ |
| امپدانس در مدار L-C موازی                      | ۱۳۵ |
| تأثیر فرکانس در امپدانس و جریان مدار L-C موازی | ۱۳۵ |
| حل چند مسئله نمونه                             | ۱۳۷ |
| سوالات تشریحی فصل نهم                          | ۱۴۰ |

### فصل دهم

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| مدار RLC سری                                 | ۱۴۲ |
| امپدانس مدار RLC سری                         | ۱۴۲ |
| اختلاف فاز و ضریب توانها در مدار RLC سری     | ۱۴۲ |
| مثلت توانها در مدار RLC سری                  | ۱۴۳ |
| رزونانس در مدارهای RLC سری                   | ۱۴۳ |
| تأثیر فرکانس در امپدانس و جریان مدار RLC سری | ۱۴۴ |

|     |                                                       |
|-----|-------------------------------------------------------|
| ۱۴۵ | ضریب کیفیت مدار RLC سری                               |
| ۱۴۶ | پهنای باند مدار RLC سری                               |
| ۱۴۷ | مدارهای RLC موازی                                     |
| ۱۴۸ | امپدانس مدار RLC موازی                                |
| ۱۴۸ | محاسبه اختلاف فاز، ضریب توان و توانهای مدار RLC موازی |
| ۱۴۹ | رزونانس در مدارهای RLC موازی                          |
| ۱۵۰ | پهنای باند و ضریب کیفیت مدار RLC موازی                |
| ۱۵۲ | حل چند مسئله نمونه                                    |
| ۱۵۵ | سؤالات تشریحی فصل دهم                                 |

### فصل یازدهم

|     |                                                |
|-----|------------------------------------------------|
| ۱۵۸ | آشنایی با تعاریف اولیه مرتبط با فیلترها        |
| ۱۵۸ | تعریف فیلترها                                  |
| ۱۵۸ | محدوده فرکانسی فیلترها                         |
| ۱۵۸ | فیلتر ایده‌آل و واقعی                          |
| ۱۵۹ | فرکانس قطع فیلتر                               |
| ۱۵۹ | انواع فیلترهای مدار RLC                        |
| ۱۶۰ | فیلترهای پایین‌گذر و نحوه عمل آنها             |
| ۱۶۳ | فیلترهای بالاگذر و نحوه عمل آنها               |
| ۱۶۴ | فیلترهای میان‌گذر و نحوه عمل آنها              |
| ۱۶۵ | تأثیر ضریب کیفیت بر پاسخ فرکانسی مدار میان‌گذر |
| ۱۶۶ | فیلترهای میان‌نگذر و نحوه عمل آنها             |
| ۱۶۸ | سؤالات تشریحی فصل یازدهم                       |

### فصل دوازدهم

|     |                                                  |
|-----|--------------------------------------------------|
| ۱۷۰ | آشنایی با تئوری عملکرد ترانسفورماتور و کاربرد آن |
| ۱۷۱ | آشنایی با نسبت تبدیل ترانسفورماتور               |
| ۱۷۲ | آشنایی با ترانس تغذیه و کاربرد آن                |
| ۱۷۳ | آشنایی با تلفات ترانسفورماتور                    |
| ۱۷۴ | سؤالات تشریحی فصل دوازدهم                        |

### فصل سیزدهم

|     |                                |
|-----|--------------------------------|
| ۱۷۶ | آشنایی با نحوه عملکرد رله      |
| ۱۷۶ | آشنایی با نحوه عملکرد میکروفون |

|     |                                                   |
|-----|---------------------------------------------------|
| ۱۷۶ | ..... میکروفون زغالی                              |
| ۱۷۶ | ..... میکروفون دینامیکی                           |
| ۱۷۶ | ..... میکروفون خازنی                              |
| ۱۷۷ | ..... میکروفون کریستالی                           |
| ۱۷۷ | ..... آشنایی با نحوه‌ی عملکرد بلندگو و ساختمان آن |
| ۱۷۹ | ..... سؤالات تشریحی فصل سیزدهم                    |

### فصل چهاردهم

|     |                                                                       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|
| ۱۸۲ | ..... هدایت الکتریکی اجسام و نیمه هادی ها                             |
| ۱۸۵ | ..... افزودن ناخالصی به کریستال نیمه هادی (نوع P و N)                 |
| ۱۸۷ | ..... دیود (اتصال PN)                                                 |
| ۱۸۷ | ..... آشنایی با نحوه‌ی بایاس کردن دیود (بایاس مستقیم و معکوس)         |
| ۱۸۸ | ..... منحنی مشخصه ولت آمپر دیود                                       |
| ۱۹۰ | ..... مدار یکسوساز نیم موج                                            |
| ۱۹۲ | ..... مدار یکسوساز تمام موج با ترانس سر وسط                           |
| ۱۹۴ | ..... مدار یکسوساز تمام موج پل                                        |
| ۱۹۷ | ..... آشنایی با مدارات برش دهنده‌ها (Clippers) و مهارکننده (Clampers) |
| ۱۹۸ | ..... آشنایی با مدارات چند برابرکننده‌ی ولتاژ                         |
| ۲۰۱ | ..... سؤالات تشریحی فصل چهاردهم                                       |

### فصل پانزدهم

|     |                                             |
|-----|---------------------------------------------|
| ۲۰۴ | ..... آشنایی با ساختمان دیود زبر            |
| ۲۰۵ | ..... آشنایی با استاندارد ولتاژهای دیود زبر |
| ۲۰۵ | ..... آشنایی با مدار معادل دیود زبر         |
| ۲۰۵ | ..... آشنایی با کاربردهای دیود زبر          |
| ۲۰۷ | ..... سؤالات تشریحی فصل پانزدهم             |

### فصل شانزدهم

|     |                                                           |
|-----|-----------------------------------------------------------|
| ۲۱۰ | ..... ساختمان ترانزیستور                                  |
| ۲۱۱ | ..... بایاس ترانزیستور                                    |
| ۲۱۶ | ..... تأثیر درجه حرارت در ترانزیستور                      |
| ۲۱۷ | ..... آرایشهای ترانزیستور                                 |
| ۲۱۸ | ..... منحنی‌های مشخصه ترانزیستور                          |
| ۲۲۱ | ..... مقادیر حد در ترانزیستور و استفاده از برگه‌ی داده‌ها |

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| نقطه کار و خط بار DC                                                       | ۲۲۱ |
| چگونگی عمل تقویت‌کنندگی در ترانزیستور                                      | ۲۲۳ |
| مقاومت استاتیک و دینامیک دیود بیس-امیتر                                    | ۲۲۴ |
| بررسی انواع تقویت‌کننده‌های ترانزیستوری و مقایسه آنها با یکدیگر            | ۲۲۶ |
| کوپلاژ بین تقویت‌کننده‌ها و انواع آن                                       | ۲۳۱ |
| بررسی کلاس تقویت‌کننده‌های ترانزیستوری                                     | ۲۳۴ |
| تقویت‌کننده «پوش-بول» ترانسفورموتوری، اصلاح شده، بدون ترانسفورموتوری و ... | ۲۴۰ |

### فصل هفدهم

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| ترانزیستورهای با اثر میدان (FET)        | ۲۵۲ |
| تغذیه FET                               | ۲۵۲ |
| بایاسینگ مستقل FET                      | ۲۵۲ |
| خط بار DC ترانزیستور                    | ۲۵۳ |
| بایاس سرخود و یا خود تغذیه (Self bias)  | ۲۵۴ |
| تغذیه FET با استفاده از مدار مقسم ولتاژ | ۲۵۴ |

### فصل هیجدهم

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| مدار رگولاتور                                    | ۲۶۰ |
| مدار رگولاتور زنری                               | ۲۶۰ |
| رگولاتور ولتاژ با تقویت‌کننده جریان              | ۲۶۲ |
| رگولاتور موازی با مدار ترانزیستور                | ۲۶۲ |
| تثبیت‌کننده‌های ولتاژ با استفاده از مدارات مجتمع | ۲۶۳ |
| سئوالات تشریحی فصل هیجدهم                        | ۲۶۷ |

### فصل نوزدهم

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| فیدبک و انواع آن           | ۲۷۰ |
| تقویت‌کننده با فیدبک منفی  | ۲۷۰ |
| انواع تقویت‌کننده با فیدبک | ۲۷۰ |
| سئوالات تشریحی فصل نوزدهم  | ۲۷۲ |

### فصل بیستم

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| کاربرد نوسان‌سازها            | ۲۷۴ |
| اصول نوسان‌سازی               | ۲۷۴ |
| نیازهای اولیه برای نوسان‌سازی | ۲۷۶ |
| نوسان‌ساز تغییر فاز RC        | ۲۷۷ |

|     |                              |
|-----|------------------------------|
| ۲۷۸ | نوسان ساز آرمسترانگ          |
| ۲۷۹ | نحوه نوسان سازی در آرمسترانگ |
| ۲۷۹ | نوسان ساز هارتلی             |
| ۲۸۰ | نوسان ساز کولپتیس            |
| ۲۸۱ | نوسان ساز با کنترل کریستالی  |
| ۲۸۳ | سئوالات تشریحی فصل بیستم     |

### فصل بیست و یکم

|     |                                        |
|-----|----------------------------------------|
| ۲۸۶ | مولتی ویبراتورها                       |
| ۲۸۶ | مولتی ویبراتور مونواستابل و طرز کار آن |
| ۲۹۰ | مولتی ویبراتور آستابل و طرز کار آن     |
| ۲۹۱ | مولد موج دندانه ای (Boot Strap)        |
| ۲۹۴ | سئوالات تشریحی فصل بیست و یکم          |

### فصل بیست و دوم

|     |                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------------------|
| ۲۹۶ | تریستور (SCR)                                                       |
| ۲۹۶ | کاربرد تریستور (SCR)                                                |
| ۲۹۷ | طرز کار (SCR)                                                       |
| ۲۹۸ | خاموش کردن (SCR)                                                    |
| ۳۰۰ | دیاک (Diac)                                                         |
| ۳۰۱ | عملکرد دیاک                                                         |
| ۳۰۲ | مشخصه ولت آمپر دیاک                                                 |
| ۳۰۲ | تریاک (Triac)                                                       |
| ۳۰۴ | روشن کردن تریاک                                                     |
| ۳۰۵ | کاربرد تریاک                                                        |
| ۳۰۶ | طرز کار یک مدار کاربردی با تریاک و دیاک (کنترل دور موتور یونیورسال) |
| ۳۰۷ | ترانزیستور تک اتصال (UJT)                                           |
| ۳۰۷ | تشخیص پایه های UJT به وسیله اهم متر                                 |
| ۳۰۹ | منحنی مشخصه UJT                                                     |
| ۳۱۰ | ترانزیستور UGT به عنوان نوسان ساز موج دندانه اره ای                 |
| ۳۱۱ | ترانزیستور تک قطبی قابل برنامه ریزی (Put)                           |
| ۳۱۳ | سئوالات تشریحی فصل بیست و دوم                                       |

## فصل بیست و سوم

|     |                                           |
|-----|-------------------------------------------|
| ۳۱۶ | تقویت کننده عملیاتی                       |
| ۳۱۶ | تقویت کننده تفاضلی                        |
| ۳۱۸ | تقویت کننده تفاضلی با یک ورودی و دو خروجی |
| ۳۱۹ | عملکرد ورودی تفاضلی                       |
| ۳۲۰ | تقویت کننده تفاضلی در حالت سیگنال مشترک   |
| ۳۲۳ | تقویت کننده عملیاتی                       |
| ۳۲۴ | تقویت کننده عملیاتی با ضریب تقویت منفی    |
| ۳۲۷ | مدار جمع کننده با OP-Amp                  |
| ۳۲۷ | مدار مقایسه کننده با OP-Amp               |
| ۳۳۰ | سئوالات تشریحی فصل بیست و سوم             |

## فصل بیست و چهارم

|     |                                 |
|-----|---------------------------------|
| ۳۴۸ | سئوالات تشریحی فصل بیست و چهارم |
|-----|---------------------------------|

## فصل بیست و پنجم

|     |                                |
|-----|--------------------------------|
| ۳۵۰ | فلزکاری مقدماتی                |
| ۳۵۰ | اره کاری                       |
| ۳۵۲ | قیچی دستی فلز بری              |
| ۳۵۳ | سوهانکاری                      |
| ۳۵۶ | سوارخ کاری                     |
| ۳۵۸ | خزینه کاری                     |
| ۳۵۸ | اندازه گیری                    |
| ۳۵۹ | کولیس                          |
| ۳۶۰ | سئوالات تشریحی فصل بیست و پنجم |

## فصل بیست و ششم

|     |                                           |
|-----|-------------------------------------------|
| ۳۶۲ | لحیم کاری و انواع آن                      |
| ۳۶۲ | هویه و انواع آن                           |
| ۳۶۳ | روغن لحیم کاری                            |
| ۳۶۴ | طریقه لحیم کاری                           |
| ۳۶۸ | استاندارد طراحی مدار چاپی                 |
| ۳۶۹ | طرز تهیه طرح مدار چاپی                    |
| ۳۷۰ | روش های انتقال نقشه مدار چاپی بر روی فیبر |

|     |                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------|
| ۳۷۰ | ..... روش مازیک (لترارست)                                |
| ۳۷۱ | ..... روش‌های پوزیتو (Positive 20)                       |
| ۳۷۲ | ..... روش چاپ سیلک                                       |
| ۳۷۲ | ..... روش کار با لامینت                                  |
| ۳۷۳ | ..... طرز تهیه محلول اسید و آماده نمودن فیبر برای مونتاژ |
| ۳۷۴ | ..... سوالات تشریحی فصل بیست و ششم                       |

### فصل بیست و هفتم

|     |                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------|
| ۳۷۶ | ..... آشنایی با ویژگی‌های نرم‌افزار Protel               |
| ۳۷۶ | ..... نحوه اجرای نرم‌افزار پروتل                         |
| ۳۸۰ | ..... آشنایی با محیط اصلی برنامه Design Explorer         |
| ۳۸۴ | ..... نحوه باز نمودن کتابخانه شماتیک                     |
| ۳۸۵ | ..... آشنایی با صفحه شماتیک                              |
| ۳۸۶ | ..... آشنایی با نحوه تنظیم خصوصیات Title Block           |
| ۳۸۸ | ..... طراحی مدار نمونه شماتیک                            |
| ۳۹۳ | ..... نحوه ایجاد Pcb با استفاده از برنامه پروتل (Protel) |
| ۳۹۴ | ..... نحوه تعیین محدوده Keep Out Layer                   |
| ۳۹۴ | ..... نحوه ترسیم نقشه Pcb                                |
| ۳۹۶ | ..... سوالات تشریحی فصل بیست و هفتم                      |

### فصل بیست و هشتم

|     |                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------------------|
| ۳۹۸ | ..... آشنایی با نرم افزار Pspice                                    |
| ۳۹۸ | ..... آشنایی با نحوه اجرای برنامه Pspice                            |
| ۴۰۰ | ..... آشنایی با محیط اصلی برنامه Schematics                         |
| ۴۰۲ | ..... آشنایی با مراحل رسم نقشه شماتیک و تجزیه و تحلیل یک مدار نمونه |
| ۴۰۹ | ..... آشنایی با برنامه Design Manager                               |
| ۴۱۰ | ..... آشنایی با برنامه ویراستار Micro-Sim                           |
| ۴۱۳ | ..... سوالات تشریحی فصل بیست و هشتم                                 |

### فصل بیست و نهم

|     |                                                    |
|-----|----------------------------------------------------|
| ۴۱۶ | ..... تکنولوژی نصب سطحی (Surface Mount Technology) |
| ۴۱۶ | ..... روش لحیم‌کاری فروکشی                         |
| ۴۱۷ | ..... روش لحیم‌کاری مذاب جاری                      |
| ۴۱۷ | ..... پیاده کردن قطعات SMD از روی برد              |

|     |                                                    |
|-----|----------------------------------------------------|
| ۴۱۸ | ..... نقشه‌های الکترونیکی                          |
| ۴۱۹ | ..... طریقه ترسیم نقشه‌های الکترونیکی              |
| ۴۲۰ | ..... قواعد و قراردادهای ترسیم نقشه‌های الکترونیکی |
| ۴۲۲ | ..... سئوالات تشریحی فصل بیست و نهم                |

### فصل سی ام

|     |                                             |
|-----|---------------------------------------------|
| ۴۲۴ | ..... باتری یا پیل الکتریکی                 |
| ۴۲۵ | ..... منبع تغذیه ساده با استفاده از برق شهر |
| ۴۲۸ | ..... منبع تغذیه با آی‌سی رگولاتور          |
| ۴۳۰ | ..... سئوالات تشریحی فصل سی ام              |

www.ketab