

# مدار منطقی

(قابل استفاده دانشجویان رشته مهندسی کامپیوتر و برق)

---

ریحانه بهاروند

زینت بهرامی

دکتر کیوان مرادی پور

عمر هدایت علمی دانشگاه فنی و حرفه‌ای لرستان

---



انتشارات هاویر



## فهرست

| صفحه              | عنوان                                       |
|-------------------|---------------------------------------------|
| ۱۵                | پیش‌گفتار                                   |
| فصل اول           |                                             |
| سیستم‌های دیجیتال |                                             |
| ۱۹                | ۱-۱ مشخصات سیستم‌های دیجیتال                |
| ۲۰                | ۲-۱ سیستم‌های اعداد و مبنایها               |
| ۲۰                | ۱-۲-۱ سیستم ده‌دهی                          |
| ۲۱                | ۲-۲-۱ سیستم دودویی                          |
| ۲۱                | ۳-۲-۱ سیستم مبنای هشت یا سیستم اوکتال       |
| ۲۲                | ۴-۲-۱ سیستم مبنای شانزده یا هگزا دسیمال     |
| ۲۴                | ۳-۱ تبدیل مبنای                             |
| ۲۴                | ۱-۳-۱ تبدیل از مبنای ۲ به ۱۰                |
| ۲۴                | ۲-۳-۱ تبدیل از مبنای ۱۰ به مبنای ۲، ۸، و ۱۶ |
| ۲۸                | ۴-۱ محاسبات دودویی                          |
| ۲۸                | ۱-۴-۱ جمع دودویی                            |
| ۲۹                | ۲-۴-۱ تفریق دودویی                          |
| ۳۰                | ۳-۴-۱ ضرب دودویی                            |
| ۳۰                | ۵-۱ متمم اعداد                              |

۳۱ ۱-۵-۱ متمم ۲

۳۱ ۱-۵-۲ متمم ۱

۳۲ ۱-۵-۳ تفریق به کمک متممها

۳۲ ۱-۵-۳-۱ تفریق با استفاده از متمم ۲

۳۳ ۱-۵-۳-۲ تفریق با استفاده از متمم ۱-۲

۳۴ ۱-۶ اعداد دودویی علامتدار

۳۵ ۱-۷ اعداد دهی کد شده به دودویی (BCD)

۳۶ ۱-۱-۱-۱ BCD

۳۶ ۱-۸ چند کدها

۳۹ ۱-۹ تمیزهای فدا

## فصل دوم

## گت‌های منطقی

|    |                                   |
|----|-----------------------------------|
| ۴۳ | ..... ۱-۲ مقدمه                   |
| ۴۳ | ..... ۲-۲ منطق دودویی             |
| ۴۵ | ..... ۳-۲ گیت‌های ترکیبی          |
| ۴۷ | ..... ۴-۲ جبر بول                 |
| ۴۹ | ..... ۵-۲ توابع منطقی             |
| ۴۹ | ..... ۱-۵-۲ تقدم عملگرها          |
| ۵۱ | ..... ۶-۲ قانون دمورگان           |
| ۵۲ | ..... ۷-۲ فرم‌های استاندارد       |
| ۵۲ | ..... ۱-۷-۲ جمع حاصل ضرب‌ها (SOP) |
| ۵۴ | ..... ۲-۷-۲ ضرب حاصل جمع‌ها (POS) |
| ۵۶ | ..... ۸-۲ تبدیل فرم‌ها به یکدیگر  |
| ۵۷ | ..... ۹-۲ تمرین‌های فصل ۲         |

## فصل سوم

## ساده‌سازی عبارت‌های بولی

۶۱ ۱-۳ ساده‌سازی عبارات بولی

۶۱ ۲-۳ روش دست‌کاری جبری

|    |                                               |
|----|-----------------------------------------------|
| ۶۴ | ۳-۳ ساده‌سازی با استفاده از نقشه (جدول) کارنو |
| ۶۴ | ۳-۳-۱ جدول کارنو دو متغیر                     |
| ۶۵ | ۳-۳-۲ جدول کارنو سه متغیره                    |
| ۶۸ | ۳-۳-۳ جدول کارنو چهار متغیره                  |
| ۶۹ | ۳-۳-۴ جدول کارنو پنج متغیره                   |
| ۷۰ | ۴-۳ حالات بی‌اهمیت                            |
| ۷۲ | ۳-۵ مسائل فصل ۳                               |

### فصل چهارم

#### مدارهای ترکیبی

|    |                                                                  |
|----|------------------------------------------------------------------|
| ۷۷ | ۴-۱ مقدمه                                                        |
| ۷۷ | ۴-۲ مدارهای ترکیبی                                               |
| ۷۸ | ۴-۲-۱ تحلیل مدارهای ترکیبی                                       |
| ۷۸ | ۴-۲-۲ طراحی مدارهای ترکیبی                                       |
| ۷۸ | ۴-۳ مدارهای جمع‌کننده                                            |
| ۸۴ | ۴-۴ ضرب‌کننده‌های دو دویی                                        |
| ۸۵ | ۴-۵ دیکدر یا مدارهای رمزگشا                                      |
| ۸۷ | ۴-۵-۱ پیاده‌سازی مدارهای ترکیبی با استفاده از دیکرها             |
| ۸۸ | ۴-۵-۲ پیاده‌سازی دیکدرهای بزرگ‌تر با استفاده از دیکدرهای کوچک‌تر |
| ۸۹ | ۴-۶ اینکدر یا رمزگذار                                            |
| ۹۰ | ۴-۷ مالتی پلکسر یا انتخاب‌کننده                                  |
| ۹۲ | ۴-۷-۱ پیاده‌سازی توابع با استفاده از مالتی پلکسر                 |
| ۹۳ | ۴-۸ تمرین‌های فصل ۴                                              |

### فصل پنجم

#### مدارهای ترتیبی

|     |                                    |
|-----|------------------------------------|
| ۹۷  | ۵-۱ مقدمه                          |
| ۹۹  | ۵-۲ لچ‌ها                          |
| ۹۹  | ۵-۳ لچ SR                          |
| ۱۰۰ | ۵-۳-۱ لچ SR با استفاده از گیت NAND |

|     |                               |
|-----|-------------------------------|
| ۱۰۱ | ..... ۲-۳-۵ لچ SR ساعت‌دار    |
| ۱۰۲ | ..... ۴-۵ لچ D                |
| ۱۰۳ | ..... ۵-۵ فلیپ فلاپ‌های JK    |
| ۱۰۴ | ..... ۶-۵ فلیپ فلاپ T         |
| ۱۰۵ | ..... ۷-۵ تحلیل مدارای ترتیبی |
| ۱۱۲ | ..... ۸-۵ تمرین‌های فصل ۵     |

## فصل ششم

## شمارنده‌ها

|     |                                           |
|-----|-------------------------------------------|
| ۱۱۷ | ..... ۱-۶ شیفت رجیسترها                   |
| ۱۱۷ | ..... ۱-۱-۶ انواع شیفت رجیسترها           |
| ۱۱۹ | ..... ۲-۱-۶ انتقال اطلاعات در شیفت رجیستر |
| ۱۲۰ | ..... ۲-۶ شمارنده‌ها                      |
| ۱۲۱ | ..... ۱-۲-۶ انواع شمارنده‌ها              |
| ۱۲۱ | ..... ۲-۲-۶ شمارنده آسنکرون               |
| ۱۲۲ | ..... ۳-۲-۶ شمارنده سنکرون                |
| ۱۲۳ | ..... ۳-۶ شمارنده حلقوی                   |
| ۱۲۴ | ..... ۴-۶ شمارنده جانسون                  |
| ۱۲۵ | ..... ۵-۶ تمرین‌های فصل ۶                 |

## فصل هفتم

## مدارهای مجتمع

|     |                                              |
|-----|----------------------------------------------|
| ۱۲۹ | ..... ۱-۷ مدارهای مجتمع                      |
| ۱۳۰ | ..... ۱-۱-۷ طرز ساخت IC                      |
| ۱۳۰ | ..... ۲-۱-۷ تاریخچه مدارهای مجتمع            |
| ۱۳۱ | ..... ۳-۱-۷ انواع مدارهای مجتمع برحسب کاربرد |
| ۱۳۱ | ..... ۴-۱-۷ انواع IC بر اساس اندازه          |
| ۱۳۲ | ..... ۲-۷ تکنولوژی ساخت ICها                 |
| ۱۳۲ | ..... ۳-۷ دیود                               |
| ۱۳۴ | ..... ۱-۳-۷ دیود واقعی                       |

|     |                                            |
|-----|--------------------------------------------|
| ۱۳۵ | ۴-۷ ترانزیستور                             |
| ۱۳۵ | ۵-۷ مقاومت الکتریکی                        |
| ۱۳۶ | ۶-۷ تکنولوژی RDL منطق مقاومت - دیود        |
| ۱۳۷ | ۷-۷ منطق مبتنی بر ترانزیستور دو قطبی (RTL) |
| ۱۳۹ | ۸-۷ منطق دیود_ ترانزیستور (DTL)            |
| ۱۴۰ | ۹-۷ تکنولوژی ترانزیستور-ترانزیستور (TTL)   |
| ۱۴۰ | ۱۰-۷ منطق تزویج امیتری (ECL)               |
| ۱۴۱ | ۱۱-۷ ترانزیستورهای اثرمیدان MOSFET         |
| ۱۴۲ | ۱۲-۷ ، منطق CMC                            |
| ۱۴۳ | ۱۳-۷ تمرین‌های فصل ۷                       |
| ۱۴۵ | واژه‌نامه فارسی - انگلیسی                  |
| ۱۴۶ | منابع                                      |

## پیش‌گفتار

کتاب حاضر با توجه به سرفصل تعیین شده برای دانشجویان دانشگاه فنی و حرفه‌ای (رشته‌های کامپیوتر و برق) تهیه و تنظیم شده است. در تهیه این کتاب کوشیده‌ایم تا مباحثی که برای تدریس درس سه رده مدار منطقی لازم است، مطرح گردند. این کتاب مشتمل بر هفت فصل است. این هفت فصل عبارتند از:

فصل اول سیستم دیجیتال و مدار منطقی، فصل دوم گیت‌های منطقی، فصل سوم ساده‌سازی عبارات‌های بولی، فصل چهارم مدارهای ترکیبی، فصل پنجم لچ‌ها، فصل ششم شیفت رجیسترها و فصل هفتم مدارهای مجتمع تشریح شده است.

نظر به لزوم جاگذاری معادل فارسی واژگان تخصصی برای راحتی فهم دانشجویان واژه‌نامه‌ای به صورت فارسی به انگلیسی در انتهای کتاب آورده است. با تمام تلاشی که در تهیه این کتاب صورت گرفته است، ضمن پذیرفتن، کم‌وکاستی‌ها و ایرادهای احتمالی، از دریافت پیشنهادهای اصلاحی صاحب نظران، اساتید و دانشجویان استقبال نموده، در چاپ‌های بعدی از آن بهره خواهیم گرفت.

در اینجا لازم می‌دانیم از زحمات ویراستار علمی کتاب دکتر مسعود صالح عضو هیأت علمی دانشگاه فنی و حرفه‌ای لرستان و همین‌طور ویراستار ادبی دکتر محمدعلی شکاریان تشکر و قدردانی شود.

ریحانه بهاروند

زینت بهرامی

کیوان مرادی‌پور

بهار ۱۳۹۸