

آزادیگاه بروزه بر ق و انشاگاه زنجان و اشکده هندسی کروهه بر ق آزادیگاه بروزه بر ق و انشاگاه زنجان و اشکده هندسی کروهه بر ق آزادیگاه

پروژه برق و انتشاره زنجان و اشکده همندی کروه برق آزماشگاه را در پیشنهاد داشتند.

برق و انسکاپه زنجان و اسکمده مهندسی کرومه برق آذربایجان و اسکمده مروری از آزمایشگاه پژوهشی و اسناد زنجان و اسکمده مهندسی کرومه برق آذربایشگاه پژوهشی

و انشاه زنجان و اشکده همندی کروهه برق آنایاگاهه روزهه برق و اشگاه زنجان و اشکده همندی کروهه برق آنایاگاهه روزهه برق و اشگاه

زنجان واشنگتن و مهندسی کروه برق آرایاگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و اینکه در سه دوره منزلي اذکار از زنجان و اینکه در مهندسي کروه برق آرایاگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

والشدة مهندسي كروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجام زنانه

همندی کرو و هر ق آنایاگاه پروژه رق و انشا زنجان داشته مهدی که هر ق آنایاگاه پروژه رق و انشا زنجان داشته مهدی

کروه برق آزمایشگاه پروره برق و انشاوه زنجان و اسکده هندی کروه برق آزمایشگاه پروره برق و اسکده هندی کروه برق آزمایشگاه پروره برق و انشاوه زنجان و اسکده هندی کروه

برق آزمایشگاه پژوهه برق و انشکاه زنجان و اسکلهه هندسی کارهود برق آزمایشگاه پژوهه برق و انشکاه زنجان و اسکلهه هندسی کارهود برق

آزمایشگاه پژوهش و انسکاده مهندسی کم و برق آزمایشگاه پژوهش و انسکاده مهندسی کم و برق آزمایشگاه پژوهش و انسکاده مهندسی کم و برق

آزمایشگاه پروره برق و انجاوه زنجان و آنکه در آنکه اینجاوه زنجان داشته باشد و آنکه اینجاوه زنجان داشته باشد



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: کنترل

عنوان:

طراحی و ساخت دستگاه برش لیزر

استاد راهنمای:

دکتر عباس غایب لو

نگارش:

آقامحمدی مهدی

تیرماه ۱۳۹۶

دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

دانشگاه زنجان

دانشگاه زنجان

دانشگاه زنجان

سپاسگزاری آزمایشگاه پژوهشی و انجمن زبان و ادب فارسی

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستیمان بخشد و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی

برق آزمایشگاهی و پژوهشی دانشگاه زنجان و اندیشه هنری کروه بر ق رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزی مان ساخت.

از استاد کرامیم جتاب افای دکتر عایب لو بسیار سپاسگزارم چرا که بدون راهنمایی‌های ایشان نکارش این
آزمایش را پروره بریم و آنرا کاملاً با موفقیت انجام دادیم. از این‌رو در اینجا از ایشان تشکر می‌نمایم.

و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان

41 2-2-2-6 عدسي (لنز) و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی

42 2-2-2-7 هد هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی

43 2-2-2-8 پنل و صفحه‌ی نمایشگر کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه

44 2-2-2-9 سیستم خنک‌کننده (چیلر) برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق

46 2-2-2-10 دمنده هوا برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق

47 2-2-2-11 مکنده هوا آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه

48 2-2-2-12 فن تهويه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق

48 2-2-2-13 دانگل (قفل نرم افزار) برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق

49 2-2-2-14 چراغ روشنایي و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی

50 2-2-2-15 میز کار زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی

50 2-2-2-16 محافظ اشعه لیزر و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی

51 3: دستگاه طراحی و ساخته شده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی

52 1-3 مکانيك دستگاه ساخته شده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق

53 1-1-3 پنل دستگاه آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق

55 1-1-3 شفت و بال بوشینگها آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه

56 3-1-3 تسمه و پولی آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه

58 4-1-3 موتور پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه

59 3-1-5 قطعات نگهدارنده برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق

60 3-2 الکترونيك دستگاه ساخته شده و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی

و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان

زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان

..... 3-2-1 میکرو کنترلر 61 مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده

62 3-2-2 کلیدهای ورودی و میکرو سوئیچها 63 مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده

63 3-2-3 نشانگرها 63 مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه

برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه 65 4-2-3 رلهها

65 5-2-3 درایور استپ موتور 65 برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق

آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق 67 6-2-3 تغذیه بورد

68 7-3 ارتباط سریال 68 پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق

69 3-2-8 نمایشگر LCD 69 برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق

70 7-3 نتیجه گیری 70 و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق و اندکاه

زنجان و اشکده مهندسی فهرست منابع 71 و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده

و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده

73 ضمیمه‌ی الف : نقشه‌ها 73 مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده

کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه 74 الف-1 شماتیک کلی مدار

75 الف-2 نمای مدار چاپی از جلو 75 برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق

76 الف-3 نمای مدار چاپی از پشت 76 آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق

77 الف-4 دستگاه برش 77 آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق

78 الف-5 دستگاه برش انفجاری 78 آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق

79 الف-6 قطعه جانبی یک 79 پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق

80 الف-7 قطعه جانبی دو 80 برق و اندکاه زنجان و اشکده برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق

81 الف-8 قطعه میانی یک 81 و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق

زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکاه زنجان

الف-9 قطعه میانی دو 82 و اشکده هنری کروهمن اشکده هنری کروهمن و اشکده هنری کروهمن و اشکده هنری

الف-10 موتور هندی کروه رق آنایا کاهه روره رن اسکا کاهه روزه رن واکاهه ریکان واکلهه هندی کروه رون اسکا کاهه روره رون اسکا کاهه روزه رون واکاهه ریکان واکلهه هندی 83

الف-11 نگهدارنده موتور

الف-12 شفت يك 85

الف-13 شفت دو 86

فهرست جدول‌ها

مندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و انتقال و زنجان و اندکه همندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و انتقال و زنجان و اندکه همندی صفحه عنوان

کروه برق آذیایگاه روزمرق و انشا زنجان واشکده کروه برق آذیایگاه روزمرق و انشا زنجان واشکده هندسی کروه
حدوا، شما، ۵-۳-۱ مشخصات موتور، بلهاء، TEC

و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده

شکل 1-18 اسپیندل موتور

شکل 1-19 یک نمونه از ال ام گاید

شکل 1-20 ال ام گاید یک ردیفه و دو ردیفه

شکل 1-21 بوش ساچمه‌ای یا بال بوشینگ

شکل 1-22 داخل بال بوشینگ

شکل 1-23 انواع بال بوشینگ

شکل 1-24 اسلاید گاید

شکل 1-25 مقایسه توزیع بار در بوش ساچمه‌ای و در ال ام گاید ها

شکل 1-26 انرژی گاید

شکل 1-27 دستگاه برش لیزری

شکل 1-28 مکانیزم دستگاه برش لیزری

شکل 2-1 دستگاه حک و برش لیزر فایبر 30 وات

شکل 2-2 دستگاه لیزر برش و حکاکی CO₂ مدل رومیزی

شکل 2-3 اجزای تشکیل دهنده دستگاه لیزر

شکل 2-4 ساختار تیوب لیزر

شکل 2-5 تیوب‌های لیزر RF فلزی

شکل 2-6 تیوب لیزر شیشه‌ای

شکل 2-7 نحوی قرار گرفتن تیوب

شکل 2-8 منبع تغذیه دستگاه لیزر رومیزی

شکل 2-9 برد کنترل لیزر

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه

و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان

شکل 2-10 برد کنترلر دستگاه لیزر رومیزی

شکل 2-11 آینه دستگاه لیزر

شکل 2-12 پایه آینه دستگاه لیزر

شکل 2-13 عدسی دستگاه لیزر

شکل 2-14 هد دستگاه لیزر

شکل 2-15 پل دستگاه لیزر

شکل 2-16 مکانیزم سیستم خنک کننده تیوب پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه

برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه

شکل 2-17 چیلر دستگاه لیزر

شکل 2-18 پمپ آب

شکل 2-19 دمنده هوا

شکل 2-20 مکنده هوا

شکل 2-21 دفن تهويه

شکل 2-22 دانگل

شکل 2-23 چراغ روشنایی دستگاه لیزر

شکل 2-24 میز کار دستگاه لیزر

شکل 2-25 محافظ اشعه لیزر

شکل 2-1 بخش مکانیکی دستگاه

شکل 2-2 پل طراحی شده دستگاه

شکل 2-3 شفت

شکل 2-4 بال بوشینگ

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه

و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان

..... شکل 3-5 تسمه تایمینگ 57

..... شکل 3-6 پولی هرز گرد بلبرینگ دار 57

..... شکل 3-7 پولی متصل به موتور 58

..... شکل 3-8 استپ موتور 58

..... شکل 3-9 نمای بالای بورد کنترل 60

..... شکل 3-10 نمای پایینی بورد کنترل 60

..... شکل 3-11 سخت افزار میکروکنترل ATMega128 61

..... شکل 3-12 سخت افزار کلیدها و سویچها 63

..... شکل 3-13 سخت افزار مربوط به نشانگرهای دستگاه 64

..... شکل 3-14 سخت افزار مربوط به رلهها 65

..... شکل 3-15 سخت افزار مربوط به استپر موتور 66

..... شکل 3-16 سخت افزار تعذیه مدار 67

..... شکل 3-17 سخت افزار مربوط به ارتباط سریال 68

..... شکل 3-18 سخت افزار مربوط به LCD 69

..... برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق

آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق

آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق

برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق

برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق

و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان

و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان

زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان

و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان

هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي

امروزه دستگاههای برش لیزری کاربردهای بسیاری در صنایع مختلف دارد به طورکلی این کاربردها به کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه

دودسته برش و حکاکی تقسیم می شود. با توجه به کاربرد گسترده و نیز وارداتی بودن این دستگاهها و نیز

برق آزمايگاه پروژه برق و اقيمت بالاي آنها لزوم ساخت اين دستگاه احساس می شود.

در اين پايان نامه ابتدا به تشریح انواع ماشینهای CNC و برش لیزر و اجزای تشکیلدهنده آنها پرداخته کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي

شده است، سپس با معرفی دو محصول صنعتی مشابه قسمتهای مختلف آنها شرح داده شده است. در

پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه

مکانيکي و الکترونيکي به طور کامل شرح داده شده است. در انتهای پايان نامه نيز نقشههای مدار چاپی، آزمايگاه پروژه برق

اسمبلي و انفجاری دستگاه ضميمه شده است.

و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه

زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان

و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده

هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي

کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه

برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق

آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق

آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه

پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه

برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق

و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه

زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه

زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه

زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه

دانشگاه زنجان

فصل اول

و انجاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده هندسی

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده هندسی

کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده هندسی

1-1 مقدمه هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده هندسی

CNC سر واژه عبارت لاتین (Computer Numerical Control) به معنای کنترل عددی کامپیوتر کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده هندسی که این ماشینها به اختصار CNC خوانده می‌شود. دستگاه‌هایی هستند که حرکت

کلیه محورها و عملیات ماشین‌کاری آن‌ها توسط کامپیوتر کنترل می‌شود بدین معنا که کلیه داده‌ها و هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده هندسی

اطلاعات با استفاده از کامپیوتر و امکانات حافظه‌ای آن ابتدا پردازش و توسط موتور به محورهای حرکه متنقل می‌شوند. نسل اول این ماشین‌ها NC نامیده می‌شوند بدین مفهوم که فاقد کامپیوتر بوده و دستگاه

بدون پردازنده و با حافظه‌های غیر دیجیتال، از جمله نوار یا کارت‌های پانچ شده کار می‌کرد. به طور مثال برای حرکت محور دستگاهی معمولی این امر توسط اپراتور با چرخاندن ورنیه صورت می‌گرفت ولی در

دستگاه‌های NC این امر توسط کارت مخصوصی که در دستگاه جاگذاری می‌شد انجام می‌گرفت و اکنون

این عمل در دستگاهی CNC توسط کدهای مخصوص (G کد و M کد) صورت می‌گیرد. اجزای مکانیکی دستگاه‌های CNC تفاوت‌های چندانی با دستگاه‌های معمولی ندارد آنچه این دو از هم متفاوت می‌سازد نحوه کنترل آن است [1].

2-1 مختصری از تاریخچه اتوماسیون و روند توسعه آن هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده

همزمان با پیشرفت و توسعه فناوری، نیاز انسان به ماشین‌های خودکار احساس گردید و اولین ماشین حساب چرخدنده‌ای توسط پاسکال در سال 1642 میلادی اختراع شد. پس از آن در سال 1804

زاکاند¹ یک ماشین بافندگی ساخت که توسط کارت‌های مخصوصی هدایت می‌شد [1].

در سال 1946 اولین کامپیوتر ENIAC برای ارتش آمریکا ساخته شد.

در سال 1947 ترانزیستور اختراع گردید.

در سال 1947 و بعد از جنگ جهانی دوم، نیروی هوایی آمریکا احساس نیاز به تولید قطعات پیچیده و دقیقی کرد که تولید آن توسط دستگاهی معمولی آن زمان امکان پذیر نبود، لذا کمپانی PARSONS در

ایالت میشیگان اولین قدم‌ها را برای ساخت یک دستگاه فرز با قابلیت‌های بیشتر برداشت که نتیجه این

تحقیقات در سال 1949 و در آزمایشگاه انسیتو تکنولوژی ماساچوست (MIT) به بار نشت و در نهایت اولین

فرز با قابلیت کنترل خودکار سه محور در سال 1952 ساخته شد.

و انجاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده هندسی

¹ JACQUES AND

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انجاه زنجان

و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان در سال 1958 زبان برنامه نویسی APT ابداع شد.

در سال 1972 اولین ماشین CNC به وجود آمد. مهندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی در سال 1975 اولین کنترل کننده های فانوک سیستم 5 و 6 به بازار آمد.

کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان در سال 1981 کنترلر 3 Sinnmerik System تولید شد.

در سال 1982 کنترلر 7 Sinnmerik System با میکروپروسسور 4 بیتی به وجود آمد. و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان در اوخر سال 1982 کنترلر 8 Sinnmerik System با میکروپروسسور 16 بیتی ساخته شد.

در سال 1985 کنترلر 810 Sinnmerik سری 800 آنالوگ ساخته شد. پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه

برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق در سال 1988 کنترلر 880 Sinnmerik به بازار آمد.

و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه در سال 1996 کنترل های زیمنس 810 و 840 840 سری دیجیتال به بازار عرضه شد.

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق و اشنون با کمک گرفتن از کامپیوتر و توسعه فناوری ساخت، کنترل هایی با سرعت پردازش و قابلیت های بالا توسط کمپانی های مختلف با سلایق متنوع ساخته می شود و در اختیار صنایع مختلف قرار و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه می گیرد [1].

مهندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی

کروه برق آزمايگاه پروژه برق 1-3 انواع ماشین های CNC

ماشین های CNC به طور کلی به سه دسته کلی تقسیم می شوند:

(الف) ماشین های ابزار که عبارتند از: 1-ماشین های فرز و سنتز 2-ماشین های تراش و تراش سنتر 3-ماشین های سوراخ کاری 4-ماشین های سنگ زنی دقیق 5-ماشین های اسپارک² EDM و وايرکات³ -

ماشین های ليزر 7-ماشين های كپی تراش کنترل عددی يا مجهرز به دستگاه ديجيتايزرن و اشکده هندسی کروه برق

پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده ب) ماشین های ورق کاري و تجهيزات ساخت که عبارت است از: 1-ماشین های جوشکاري 2-ماشین های

پانچ با ابزار مختلف 3-ماشین های برش 4-ماشین های فرم 5-ماشین های خم کاري لوله

برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه

² Spark

³ Electrical discharge machining

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه

و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان

ج) ماشین های بازرسی کننده و اندازه گیری ابعاد سه بعدی که عبارت اند از: 1-CMM که یک اندازه گیر سه بعدی است 2-سایه نگار [1]

هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی

کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه

برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق
به برخی از قسمت های مهم که در اکثر ماشین های CNC مشترک است می پردازیم.

آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه

1-4-1 بال اسکرو⁴

در سال های بسیار قبل که فناوری بال اسکرو کشف نشده بود، جهت حرکت میزها و جلو و عقب بردن

محورها از سیستم پیچ و مهره استفاده می شد. از آن جایی که حرکت های لغزشی بین دو سطح پیچ و مهره باعث سایش و خوردگی و درنتیجه لق شدن مکانیزم حرکت می شد، طراحان تعییراتی در شکل دنده های

پیچ و مهره ایجاد کردند و بجای استفاده از پیچ و مهره با سطح مقطع مثلثی، از پیچ و مهره با سطح مقطع

ذوزنقه و تا حدی مستطیلی استفاده کردند. این مدل پیچ و مهره ها هم اکنون نیز در میزهای دستگاه های فرز و تراش معمولی به وفور به چشم می خورد. در این سیستم حرکتی از یک طرف باید برای روان کار کردن

یک لقی مشخص بین پیچ و مهره وجود داشته باشد و از طرف دیگر به مرور زمان این پیچ ها نیز سائیده شده و دقت خود را از دست می دادند. پیچ وقتی راست گرد می شد، یک طرف مهره در گیر بود و وقتی چپ گرد

می شد ابتدا لقی طی می شد تا به طرف دیگر برسد و سپس طرف دیگر در گیر می شد. اختراع دیگری سبب شد تا میزان بسیار زیادی این مشکل حل شود و آن سیستم لید اسکرو بود. در این سیستم، به جای استفاده از یک مهره، از دو مهره استفاده می شد و بین دو مهره فنری قرار داشت. این فنر توسط پیچ هایی تنظیم

می شد و باعث می گردید در هر صورت دو طرف مهره ها در گیر باشند و با چپ گرد و راست گرد شدن، لقی به

حداقل برسد و در جایی که پیچ خوردش شده، فنر باز شده و خود را تنظیم نماید. عملکرد این سیستم بسیار خوب بود ولی همچنان مشکل لغزش سطوح و فرسایش آن ها وجود داشت. اختراع بال اسکرو این مشکل را

حل کرد. مکانیزم حرکت بال اسکرو همانند حرکت بلبرینگ ها هست که در شکل 1-1 نشان داده شده کروه برق آزمايگاه

است. در بین سطوح هیچ لغزشی نیست و مبنای حرکت غلتش کامل است. در سیستم پیچ و مهره، با اضافه

شدن بار مکانیکی، بر طبق فرمول اصطکاک، نیرو در ضرب اصطکاک ضرب می شود یعنی هر چه نیرو بیشتر،

و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق

و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه

⁴ Ballscrew

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاوه

و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان

نتیجه‌گیری

امروزه دستگاه‌های برش لیزری کاربردهای بسیاری در صنایع مختلف دارد که به طور کلی این کاربردها به مهندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی

دو دسته برش و حکاکی تقسیم می‌شود. با توجه به این که اکثر نمونه‌های ساخته شده خصوصاً در مورد برد زنجان و اشکده هندسی

کتریکی و کنترلر لیزر انحصار چندین شرکت خارجی می‌باشد و اطلاعات زیادی در مورد مدارهای ساخته شده وجود ندارد و اکثر دارای قفل نرم افزاری و لاپسننس جداگانه برای هر یک از دستگاه‌ها می‌باشد، بیشتر

برق آزمايگاه پروره برق و اشکده هندسی انجام شده در این پژوهش به صورت بصری بوده و سعی در طراحی بومی و نه در کپی برداری از

نمونه خارجی می‌باشد و نیز با توجه به قیمت بالای دستگاه‌های لیزر و وارداتی بودن این دستگاه‌ها امید می‌رود با ساخت و توسعه‌ی این دستگاه محصولی قابل رقابت با نمونه‌های خارجی تولید و جلو واردات و

پروره برق و انشاه زنجان و اخارج شدن ارز از کشور را گرفته و تا حد زیادی (حدود نصف قیمت نمونه وارداتی) و نیز با دقت و کیفیت

بالاتر و نیز پشتیبانی فنی و به روز رسانی در داخل کشور تولید شود.

برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و اشکده زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و اشکده هندسی

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی

همندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی

کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق

آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق

آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق

پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق

و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه

زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان

70 آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه پروره برق و انشاه زنجان

دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان

زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان

فهرست منابع

و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان

[1] گروه صنعتی سی ان سی کاران؛ آدرس اینترنتی

مهدسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی
<http://www.cnckaran.com/>

[2] گروه فنی مهندسی و بازارگانی پینیون؛ آدرس اینترنتی اشکده کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق

<http://pinion.ir/>

[3] دانشنامه آزاد؛ آدرس اینترنتی
آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق
<https://www.wikipedia.org/>

[4] Perrottet, D et al., "Heat damage-free Laser-Microjet cutting achieves highest die fracture strength", Photon Processing in Microelectronics and Photonics IV, edited by J. Fieret, et al., Proc. SPIE Vol. 5713 (SPIE, Bellingham, WA, 2005).

[5] Fox, Daniel. "How Fiber Laser Technology Compares to CO₂". Boss Laser. Ray Allen. Retrieved 14 July 2014...

[6] Research on surface roughness by laser cut by Miroslav Radovanovic and Predrag Dašić.

[7] http://www.laserline.de/tl_files/Laserline/downloads/broschueren/en/Laserline_Image_high_power_diode_laser.pdf

[8] Laser Cutting". Laserage. Retrieved 2016-08-23.

[9] Bromberg, Joan: The laser in America, 1950-1970, MIT Press, 1993-01-01

[10] par P. A. Hilton, The early days of laser cutting, 11th Nordic Conference in Laser Processing of Materials, Lappeenranta, Finland, August 20–22, 2007

[11] CHEO, P. K. "Chapter 2: CO₂ Lasers. UC Berkeley. UC Berkeley, n.d. Web. 14 Jan. 2015

[12] شرکت بد چهارم؛ آدرس اینترنتی
برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق

<http://www.bode4.com/>
آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق
[13] شرکت دیدافزار جنوب؛ آدرس اینترنتی

آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق
<http://www.dajco.ir/>

[14] شرکت ماشین سازی آمل؛ آدرس اینترنتی
پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه

<http://www.lasercut-mollen.ir/>

[15] شرکت نوش آفرین؛ آدرس اینترنتی
برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق
دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه

زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان

زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان 71

[17] فروش ماشین آلات سی ان سی بهرامی؛ آدرس اینترنتی [azmayesh.com](http://www.azmayesh.com) آذماش پژوهی برق و انگاه زنجان و اسکده هندزی

[18] فروشگاه اینترنتی روبوایکیو؛ آدرس اینترنتی <http://www.cnclaser.ir/>

برق آزمایشگاه پژوهشی و انتشارات آنلاین اسلامی و فناوری و فرهنگی
<http://www.roboeq.ir/>

[19] شرکت سروتک خاورمیانه؛ آدرس اینترنیتی <http://www.servotechltd.com/>

[20] عباسی، احمد: طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پمپ سرنگ جهت کاربرد در مصارف پزشکی،

برق دانشگاه زنجان و اسکنده هندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و اسکنده هندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان، تابستان 1394

[21]الوندی، جابر، میکروکنترلر های AVR، چاپ هشتم، نشر نص، 1392