



## دانشگاه زنجان

### دانشکده مهندسی

#### گروه برق

#### پایان نامه کارشناسی

#### گرایش : الکترونیک

عنوان : کنتور دیجیتالی و ارزیابی اقتصادی طرح جایگزینی آن در کشور

مهندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسي

مهندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسي استاد راهنما : دکتر جلیلزاده

نگارش : پریسا نجفی

۹۱ شهریور

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسي

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسي کروه برق آزمايگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسي

# بِهِ مَصْدَاقٍ «مِنْ لَمْ يُشَكِّرُ الْمُخْلوقَ لَمْ يُسْكِرْ اَخْلَقَ» بِسِيَّاسَةً اَسْتَادٌ

فِرَسِيَّةٌ وَفِرْزَانَةٌ جَنَابٌ آقاٰي دَكْتُرْ حَلِيلِيُّ زادَه

كَهْ بَا كَرَامَتِيْ چُونْ خُورْشِيدِ، سِرْزِيْنِ دَلِ رَارُوشِنِيْ بَحْشِيدِنْدَوْ گُلْشَنِ

تَقْدِيرُ وَمُشَكِّرُ نَعَمْ

همندی کروه برق آزمایگاه پروره برق و انجاه زنجان و اسکله همندی کروه برق آزمایگاه پروره برق و انجاه زنجان و اسکله همندی

کوهپیق آذربایجان پوشیده بـه او که نمی دانم از بزرگی، مردانگی، سخاوت، سکوت، یا هم برایش کویم

**تعدیم به مادرم** آزمایشگاه پژوهشی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و انتشار زنجان و اسکده معنی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و انتشار زنجان و اسکده معنی کروه برق آزمایشگاه

برق و انجمن ریاضی کارهای آنرا برگزار کردند

بند نیمه هم، سهر ببر و سه ریا و مس سیدن  
و اشکاد زنجان و اشکده هند پرورشی آذایگاه پرورشی و اشکاد

و اسکده هندسی کروه برق **لعدم** پروژه برق آذنایگاه پروژه برق و اشکاو زنجان اسکده هندسی کروه برق آذنایگاه پروژه برق و اشکاو زنجان و اسکده

کروه برق آرایا کاهه پروژه زبان و اسلامی که همچنین آن کاهه پروژه برق و اسلامی زبان و اسلامی مهندسی کروه  
**نمکانه دوست**

**بِهِ اولِه هرچه داریم از اوست.**

فصل اول : مقدمہ و کلیات

- ۱- چکیده ..... ۲- نگاه ممنوعی کروه برق

- ## ۱- مقدمه کلی



- ۱-۲ روید ارائه مطابق

فیلم کوتاه «آلان گو» میان دو مشکلات آن است که روزه رق و انجام زمانی که روزه رق انجام می‌شود.

- <sup>۱-۲</sup> روش اندازه گیری توان توسط کنتور آنالوگ

- <sup>۲-۲</sup> تاثیر هارمونیکها بر اندازه گیری کنتور آنالوگ

- <sup>۱۸</sup> ۳- بررسی اقتصادی و زیان مالی ناشی از خطای کنتور آنالوگ...

- ۴-۲ معايير كتوريهای آنالوگ ..... ۱۹

۱- سیجه قضل.....

- فصال سه م: کسته های دیجتال و منابع آن

- ۱-۳ تعریف کنترلر دیجیتال ..... ۲۳

- ۲-۳ تکنولوژی AMR در کنترلهای دیجیتال ..... ۲۳

۳-۳ کنترلرهاي ديجيتال هوشمند AMR ..... ۲۴

۱-۲ منافع و مزایای کنترورهای دیجیتال و هوشمند

و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان	
زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان	۲۶ ..... ۵-۳ استاندارد های کنترلرها دیجیتال هوشمند
و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان	۲۶ ..... ۶-۳ بازار تولید کنترلرها دیجیتال هوشمند
محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی	۲۹ ..... ۷-۳ ساختار و اجزای کنترلرها دیجیتال
کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی	۳۵ ..... ۸-۳ انواع کنترلرها دیجیتال
برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق	۳۶ ..... ۱-۸-۳ کنترلرها دیجیتال تک فاز
آنایاگاه پروژه برق و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق	۳۶ ..... ۲-۸-۳ کنترلرها دیجیتال سه فاز
پروژه برق و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق	۳۶ ..... ۲-۸-۳ CT مدل ۲-۲-۸-۳ DC مدل
برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق و ایجاد محدودی کروه برق	۳۷ ..... ۹-۳ حفاظت از کنترلرها دیجیتال
و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی	۳۷ ..... ۱۰-۳ تاثیر محیط های هارمونیکی بر عملکرد کنترلرها دیجیتال و آنالوگ
زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان	۳۸ ..... ۱۱-۳ بررسی اثر تداخل الکترومغناطیسی بر کنترلرها دیجیتال
و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی	۴۱ ..... ۱-۴ مقدمه
فصل چهارم: ارزیابی روش‌های رایج قرائت کنترلر دیجیتال و مزایای آن	
محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی	
کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی	۴۲ ..... ۲-۴ روش‌های مختلف قرائت کنترلرها دیجیتال و آنالوگ
برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی	۴۳ ..... ۲-۴-۱ روش‌های با مراجعه به کنترلر
آنایاگاه پروژه برق و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق	۴۳ ..... ۲-۴-۱-۱ روش سنتی
آنایاگاه پروژه برق و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق	۴۳ ..... ۲-۴-۱-۲ روش ترمینال دستی
آنایاگاه پروژه برق و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه	۴۴ ..... ۲-۴-۱-۳ ترمینال دستی و ارتباط نوری با کنترلر
پروژه برق و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق	۴۵ ..... ۲-۴-۲ روش‌های بدون مراجعه به کنترلر
برق آنایاگاه پروژه برق و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق	۴۵ ..... ۲-۴-۲-۱ ترمینال سیار رادیویی و کامپیوترا با واحد رادیویی در خودرو سیار
و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب	۴۵ ..... ۲-۴-۲-۲-۱ روش‌های کروه برق آنایاگاه پروژه برق و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و ایجاد محدودی
زنایاگاه پروژه برق آنایاگاه پروژه برق و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان و ایجاد محدودی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انتخاب زنجان	

زنگنه و انتشاره زنجان و اسکده هندی کروه برق آزایاگاه پروژه برق و انتشاره زنجان و اسکده هندی کروه برق آزایاگاه پروژه برق و انتشاره	.....
زنگنه و اسکده هندی کروه برق آزایاگاه پروژه برق و انتشاره زنجان و اسکده هندی کروه برق آزایاگاه پروژه برق و انتشاره زنجان .....	۴۶ ۲-۲-۴
.....	۴۶ ۲-۲-۴
.....	۴۶ ۲-۲-۴
.....	۴۶ ۲-۲-۴
.....	۴۷ ۲-۲-۵
.....	۴۷ ۲-۲-۶
.....	۴۸ ۲-۲-۷
.....	۴۹ ۳-۴
.....	۵۱ ۴-۴
.....	۵۲ ۴-۵
.....	۵۷ ۴-۵-۲
.....	۵۹ ۴-۵-۳
.....	۶۱ ۴-۵-۴
.....	۶۱ ۴-۵-۵
.....	۶۲ ۴-۶
.....	۶۵ ۱-۵
.....	۶۵ ۲-۵
.....	۶۸ ۵-۳
.....	۶۸ ۴-۵
.....	III
زنگنه و اسکده هندی کروه برق آزایاگاه پروژه برق و انتشاره زنجان و اسکده هندی کروه برق آزایاگاه پروژه برق و انتشاره	.....

و انتشاره زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و انتشاره زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و انتشاره	۷۰
زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و انتشاره زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و انتشاره زنجان ۵-۵ کاهش تلفات غیر فنی و سود ناشی از آن	۷۱
۶-۵ سود ناشی از کاهش هزینه های قرائت	۷۲
۷-۵ سود ناشی از اضافه کردن قابلیت قطع و وصل	۷۳
۸-۵ خسارت ناشی از بیکار شدن نیروی انسانی	۷۴
۹-۵ سود ناشی از مدیریت باز	۷۵
۱۰-۵ هزینه های راه اندازی قرائت خودکار کنتورهای دیجیتال	۷۶
۱۱-۵ محاسبه سود سالانه راه اندازی سیستم قرائت خودکار کنتورهای دیجیتال	۷۷
۱۲-۵ تحلیل نتایج حاصل از مدل اقتصادی	۷۸
۱۳-۵ آنالیز حساسیت پارامترهای مدل اقتصادی راه اندازی قرائت خودکار کنتور	۷۹
۱۴-۵ نتیجه فصل	۸۰
نتیجه گیری و پیشنهادات	۸۱
ضمیمه	۸۲
مراجع	۸۳

## فهرست تصاویر

شکل (۱-۲) - شمای هسته و سیم پیچی های یک کنتور تکفاز آنالوگ	۸
شکل (۲-۲) - تغییرات توان واقعی مصرفی بار(لامپ رشته ای) و توان اندازه گیری کنتور در فرکانس های متفاوت	۱۰
شکل (۳-۲) - درصد خطای اندازه گیری کنتور در فرکانس های متفاوت(برای لامپ رشته ای)	۱۱
IV	۱۲

..... زنجان و اشکده هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اشکده زنجان و اشکده هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اشکده هندی  
..... شکل (۴-۲)- درصد خطای کنتور با تعریف توان مفید در فرکانس‌های متفاوت (برای لامپ رشته ای)..... ۱۱

..... شکل (۵-۲)- تغییرات توان واقعی مصرفی بار(لامپ فلورسن特) و توان اندازه گیری کنتور در فرکانس های متفاوت..... ۱۲

..... شکل (۶-۲)- درصد خطای اندازه گیری کنتور برای فرکانس‌های مختلف(برای لامپ فلورسن特)..... ۱۳

..... شکل (۷-۲)- درصد خطای کنتور با تعریف توان مفید در فرکانس‌های متفاوت(برای لامپ فلورسن特). ۱۳

..... شکل (۸-۲)- تغییرات توان واقعی مصرفی بار(لامپ کم مصرف) و توان اندازه گیری کنتور در فرکانس های متفاوت..... ۱۴

..... شکل (۹-۲)- درصد خطای اندازه گیری کنتور در فرکانس‌های متفاوت(لامپ کم مصرف)..... ۱۵

..... شکل (۱۰)- درصد خطای کنتور با تعریف توان مفید در فرکانس‌های متفاوت(لامپ کم مصرف)..... ۱۵

..... شکل (۱۱-۲)- تغییرات توان واقعی مصرفی بارترکیبی و توان اندازه گیری کنتور در فرکانس های متفاوت..... ۱۶

..... شکل (۱۲)- درصد خطای اندازه گیری کنتور در فرکانس‌های متفاوت(بار ترکیبی)..... ۱۷

..... شکل (۱۳)- درصد خطای کنتور با تعریف توان مفید در فرکانس های متفاوت (بار ترکیبی)..... ۱۷

..... شکل (۲-۳)- نمایی کلی از یک کنتور دیجیتال..... ۳۰

..... شکل (۲-۳)- یک نمونه سیگنال آنالوگ پیش از ورود به مبدل A/D کنتور دیجیتال..... ۳۱

..... شکل (۳-۳)- سیگنال پس از ورود به مبدل آنالوگ به دیجیتال کنتور دیجیتال..... ۳۱

..... شکل (۴-۳)- یک مبدل آنالوگ به دیجیتال..... ۳۲

..... شکل (۵-۳)- کنتور دیجیتال از نوع WT1600

..... شکل (۶-۳)- ساختار داخلی کنتور دیجیتال از نوع WT1600..... ۳۴

..... شکل (۷-۳)- کنتور دیجیتال مدل JM-110

..... شکل (۸-۳)- اشکده هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اشکده زنجان و اشکده هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه

..... شکل (۹-۳)- اشکده هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اشکده زنجان و اشکده هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه

..... شکل (۱۰-۳)- اشکده هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اشکده زنجان و اشکده هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه

..... شکل (۱۱-۳)- اشکده هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اشکده زنجان و اشکده هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه

فهرست جداول

جدول (۱-۲)- طیف فرانسی نمونه ولتاژ شبکه شهری	۱۸
جدول (۲-۲)- درصد خطای اندازه گیری کنتور برای بارهای مختلف	۱۹
جدول (۳-۱)- گروهی از تولید کنندگان بزرگ کنتورهای دیجیتال و هوشمند	۲۷
جدول (۴-۵)- هزینه راه اندازی سیستم قرائت خودکار کنتور	۶۷
جدول (۵-۲)- محاسبه سود اقتصادی ناشی از راه اندازی سیستم قرائت خودکار	۷۵
جدول (۵-۳)-	۷۷

جدول (۵-۴) نتایج حاصل از شبیه سازی راه اندازی سیستم قرائت خودکار به ازای شرایط

## فصل اول:

### چکیده و مقدمه و کلیات

## ۱-چکیده

یکی از فعالیتهایی که امروزه در زمینه هوشمندسازی شبکه قدرت صورت گرفته است، استفاده از

کنتورهای هوشمند<sup>۱</sup> است که از طریق آن میتوان برنامه های پاسخ تقاضا<sup>۲</sup> را براحتی به اجرا درآورد. برنامه

های پاسخ تقاضا در سیستم های تجدید ساختار یافته یکی از مهمترین روشها برای بیشینه کردن سود

شرکت کنندگان در بازار برق است. به عنوان نمونه از برنامه های پاسخ تقاضا میتوان به برنامه های قیمت

گذاری اشاره کرد. برنامه های قیمت گذاری بر اساس زمان استفاده<sup>۳</sup>، قیمت گذاری پیک بحران<sup>۴</sup> و قیمت

گذاری زمان واقعی<sup>۵</sup> از این دسته برنامه هاست. در این پژوهه سعی بر این است که اهداف و تاثیر کنتور

دیجیتالی (سه زمانه) بر بازار برق را بررسی نموده و تاثیر اجرای طرح های تعریفه ای بر روی قیمت، صرفه

جویی در مصرف انرژی و عملکرد بازار برق با استفاده از مدلی برای مصرف بر اساس نحوه رفتار مصرف

کنندگان نسبت به تغییرات قیمت (کشش تقاضا)، بر روی یک شبکه نمونه مورد بررسی قرار بگیرد.

مندی کروه برق آزمايگاه پژوهه برق و انجاه زنجان و اسکده هندی کروه برق آزمايگاه پژوهه برق و انجاه زنجان و اسکده

کروه برق آزمايگاه پژوهه برق و انجاه زنجان و اسکده هندی کروه برق آزمايگاه پژوهه برق و انجاه زنجان و اسکده هندی کروه برق

برق آزمايگاه پژوهه برق و انجاه زنجان و اسکده هندی کروه برق آزمايگاه پژوهه برق و انجاه زنجان و اسکده هندی کروه برق

آزمايگاه پژوهه برق و انجاه زنجان و اسکده هندی کروه برق آزمايگاه پژوهه برق و انجاه زنجان و اسکده هندی کروه برق

آزمايگاه پژوهه برق و انجاه زنجان و اسکده هندی کروه برق آزمايگاه پژوهه برق و انجاه زنجان و اسکده هندی کروه برق

پژوهه برق و انجاه زنجان و اسکده هندی کروه برق آزمايگاه پژوهه برق و انجاه زنجان و اسکده هندی کروه برق آزمايگاه پژوهه

## ۲- مقدمه کلی

smart meter-<sup>۱</sup>  
Demand response Programs( DRP )-<sup>۲</sup>

Time Of Use pricing( TOUP)-<sup>۳</sup>

Critical Peak Pricing( CPP)-<sup>۴</sup>

Real Time Pricing( RTP )-<sup>۵</sup>

demand elasticity-<sup>۶</sup>

زنجان و اسکده هندی کروه برق آزمايگاه پژوهه برق و انجاه زنجان و اسکده هندی کروه برق آزمايگاه پژوهه برق و انجاه



### ۱-۳ اهداف پروژه

✓ تعیین زیانهای مالی ناشی از کنتورهای آنالوگ

✓ بررسی مزیت های کنتورهای دیجیتال نسبت به کنتورهای آنالوگ

✓ محاسبه سود ناشی از کنتورهای دیجیتال

✓ ارائه روشهای مناسب برای قرائت کنتورهای دیجیتال

✓ ارزیابی فنی اقتصادی کاربرد کنتورهای دیجیتال

✓ محاسبه و تعیین نقش کنتورهای دیجیتال در کاهش تلفات شبکه

✓ محاسبه و تعیین هزینه های راه اندازی سیستم قرائت خودکار کنتورهای دیجیتال

### ۱-۴ روند ارائه مطالب

روند ارائه مطالب در این پروژه به شرح زیر است:

در فصل اول مقدمه ای بر کنتورهای آنالوگ و دیجیتال ارائه شده است.

در فصل دوم کنتورهای آنالوگ و دیسکی مورد بررسی قرار گرفته است. در این فصل ابتدا ساختار داخلی

و اجزای کنتورهای آنالوگ بررسی شده است. در ادامه فصل نحوه اندازه گیری توان و انرژی الکتریکی

صرف کننده با کنتورهای آنالوگ بیان شده است. در بخش بعدی فصل دوم نتایج آزمایشها صورت

گرفته در مورد خطای کنتورهای آنالوگ آورده شده است و در ادامه با توجه به نتایج حاصل از این

آزمایشات با بارهای مختلف، ارزیابی اقتصادی و زیان مالی ناشی از خطای کنتورهای آنالوگ ارائه شده

است که این زیان مالی بیشتر متوجه شرکت های توزیع برق می باشد. در ادامه فصل معایب کنتورهای

آنالوگ ارائه شده است و در انتهای، نتیجه گیری فصل ارائه شده است که این نتیجه گیری در حقیقت لزوم

استفاده از کنتورهای دیجیتال را بیان می کند.

در فصل سوم کنتورهای دیجیتال بررسی می شود. در ابتدا فصل مفاهیم و تعاریف ارائه شده است. در

ادامه کنتورهای هوشمند دیجیتال و سیستمهای هوشمند قرائت کنتورهای دیجیتال آورده شده است. در

و انتها زنجان و آنالوگی کروه برق آنالوگی کروه برق آنالوگی کروه برق آنالوگی کروه برق آنالوگی کروه برق

زنگان و آنالوگی کروه برق آنالوگی کروه برق



## فصل دوم:

آن

## کنترل‌های آنالوگ، معاپ و مشکلات

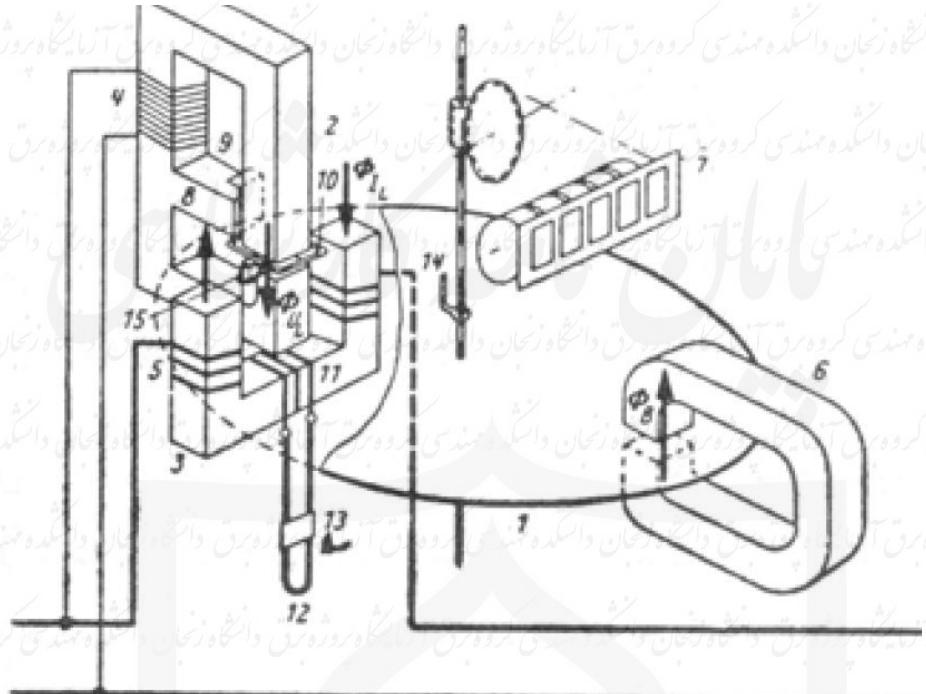
$$M = k\Phi_v \Phi_i \sin \beta \quad (1-2)$$

## Φ: شار ناشی از سیم پیچ جریان

Φ: شار ناشی از سیم پیچ ولتاژ

$\Phi$  متناسب با دامنه جریان و  $\theta$  زاویه بین ولتاژ و جریان آزمایشگاه پروژه برق و انتشار آن را در زیر می‌دانیم.

$$M = k'VI \cos \theta$$



شکا، ۱- شمای هسته و سیم بیچه، های یک کنتور تکخاز آنالوگ

گشتاور الکترو مغناطیسی متناسب با سرعت چرخش صفحه می باشد . در نتیجه توان اندازه گیری شده توسط کنتور متناسب با سرعت چرخش صفحه آلومینیومی می باشد. کنتور تکفار دیسکی برای اندازه گیری توان مولفه اول طراحی شده است، به این دلیل در شرایط هارمونیکی دارای خطای اندازه گیری ممکن باشد.

## ۲-۲ تاثیر هارمونیکها بر اندازه گیری کنتور آنالوگ

به منظور پرسی، تاثیر هارمونیکها بر دقت اندازه گیری کنتو، تکفاز دیسکی، آزمایشات، انجام

شده است. در این آزمایشات کنتور تحت بارهای مختلف اعم از بارهای خطی و غیر خطی قرار گرفته

است و در شرایط مختلف کارکرد هارمونیکی نتایجی به دست آمده است.

جهت انجام آزمایشات از دستگاه مولد هارمونیک، یک عدد پاور آنالایزر و تعدادی بار مختلف استفاده شده است. روش انجام آزمایش به این صورت بوده است که یک ولتاژ هارمونیکی

به بار اعمال شده است و از مقایسه تعداد دورهای کنتور در یک بازه زمانی مشخص با

مقدار توان واقعی تحويل داده شده به بارها خطای اندازه گیری کنتور به دست آمده است  
علت اعمال هارمونیک های ولتاژ مرتبه بالا، شبیه سازی هارمونیک های جریان مرتبه بالا می باشد . به منظور بررسی دقیقتر اثرات هارمونیک ها بر توان قرائت شده توسط کنتور

بایستی خطای ثابت کنتور از خطای اندازه گیری کنتور در هر یک از شرایط اعمال

هارمونیک کاسته شود . منظور از خطای ثابت کنتور همان تفاوت مقدار قرائت شده توسط

کنتور و توان تحولی در شرایط عدم حضور هارمونیک(سینوسی کامل ) می باشد . علاوه بر این به منظور کاهش نویز اندازه گیری، داده ها با استفاده از یک فیلتر پایین گذر فیلتر

شده اند.

در ادامه ابتدا نتایج آزمایشات انجام شده بر روی بیشتر بارهای معمول شبکه تکفار آورده شده است.

همچنین در تمام نمودارهای این قسمت محور طولی نماینده شماره هارمونیک می باشد.

#### الف) لامپ رشته ای

این آزمایش برای یک بار یک کیلوواتی انجام شده است . به ازای حضور مولفه های هارمونیکی متفاوت در شکل های ۲-۲ و ۳-۲ مقادیر اندازه گیری شده و درصد خطای کنتور آورده شده است .

در تمام آزمایشات علاوه بر مولفه اصلی ولتاژ که مقدار آن صد درصد می باشد، ده درصد مولفه هارمونیکی ولتاژ اضافی به بار تحويل داده می شود. این نمودار و تمام نمودارهای بعدی با تعريف

درصد خطای کنتور رابطه ۲-۳ ، رسم شده اند.

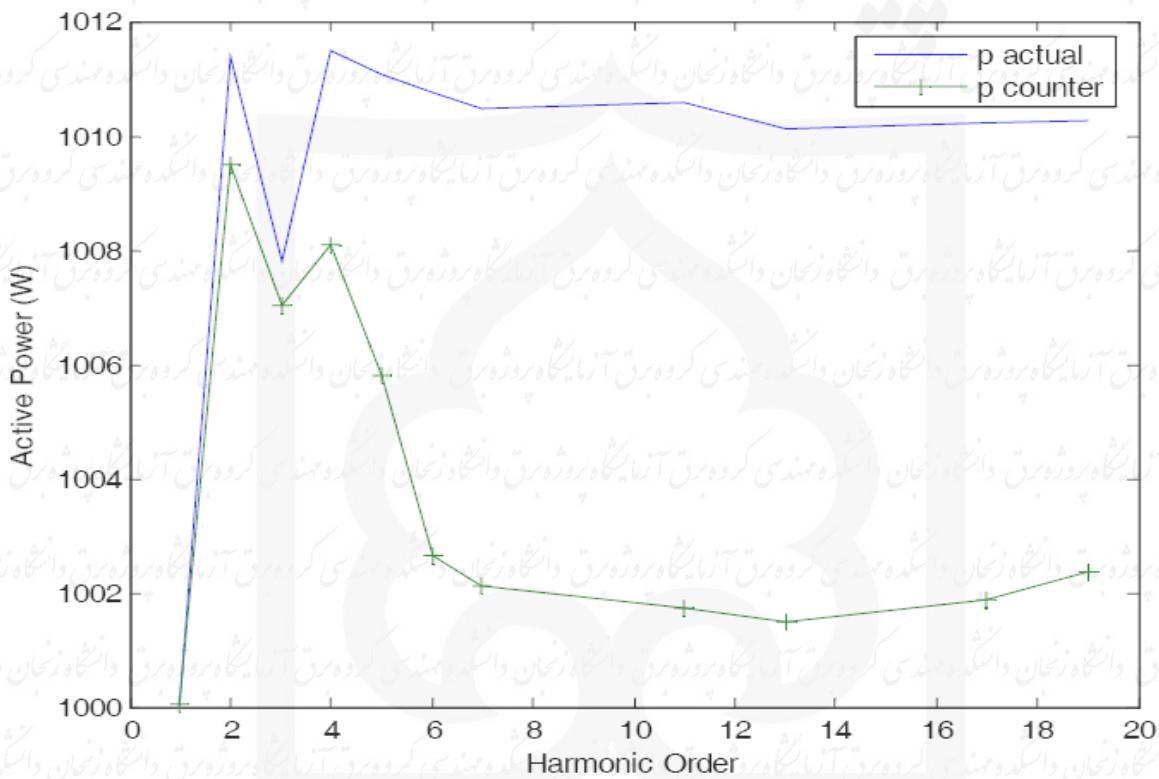
(۲-۳) درصد خطای کنتور= (توان واقعی مصرفی بار - توان اندازه گیری کنتور)/(توان واقعی بار)

با توجه به شکل ۲-۳ واضح است که خطای کنتور به سود مصرف کننده است . اما این فقط ظاهر قضیه است چرا که در محاسبه خطا ، توان غیر مفید تحويلی به بار در نظر گرفته شده است و علاوه

بر این ضرر وارد شده به مشتری ناشی از وجود هارمونیک در نظر گرفته نشده است . اگر توان مفید تحویلی به بار توان ناشی از مولفه اصلی تعریف شود در این صورت منحنی خطای اندازه گیری کنتور بصورت شکل ۴-۲ حاصل می شود . از این شکل پیداست که با این دیدگاه مصرف کننده از وجود

Harmonic Order	p actual (W)	p counter (W)
0	1000.0	1000.0
2	1011.0	1009.0
4	1011.0	1008.0
6	1010.5	1002.5
8	1010.5	1002.0
10	1010.5	1002.0
12	1010.0	1001.5
14	1010.0	1001.5
16	1010.0	1002.0
18	1010.0	1002.5
20	1010.0	1003.0

شکل ۲-۲ تغییرات توان واقعی مصرفی بار(لامپ رشته ای) و توان اندازه گیری کنتور در فرکانس‌های مختلف



## مراجع

- [۱] سلطانی، مسعود، "دستگاه های اندازه گیری الکتریکی"، انتشارات دانشگاه تهران.
- [۲] انصاری نیا، حسن - رحیمی راشد، علیرضا، "قرائت کنتور از راه دور با استفاده از سنسورهای نوری برق و انشاهه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آنایگاه پروژه برق، دانشگاه آزاد واحد تبریز.
- [۳] ظریف، مهدی - مشهدی رجبی، مصطفی - علومی بایگی، مهدی، "ارزیابی هزینه های طرح جمع آوری داده های کنتورها برای بازار برق ایران"، بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق، آزمایشگاه تخصصی مطالعات سیستم و تجدید ساختار دانشگاه فردوسی مشهد، دفتر بازار برق شرکت برق منطقه ای خراسان.
- [۴] عبدالahi، علی - زمانزاده، نگار - دهقانی، مرجان، "سیستم قرائت خودکار کنتور با استفاده از سرویس پیام کوتاه" پژوهشگاه نیرو.
- [۵] عراقی، سید مهدی، "مقایسه کنتورهای الکترونیک و الکترومغناطیس"، چهارمین کنفرانس شبکه های توزیع.
- [۶] دوستی زاده، میثم، "کنتور هوشمند و اثر آن بر روی قیمت، صرفه جویی در مصرف انرژی و عملکرد بازار برق"، دانشجویی کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.
- [۷] امجدی، مجید - اسماعیل زاده، رسول - زینجناب، حیدر اسماعیل - اسکندری، حمیده - مهدی پور، غلامحسین - محمد بیگی، حجت، "طراحی و ساخت سیستم بازخوانی دیجیتالیکنتور برق خانگی و ارسال

آن از طریق کابل برق ورودی "دهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق ، شرکت برق منطقه ای آذربایجان .

[۸] توانپور، مصطفی، "بررسی توجیه اقتصادی استفاده از کنتورهای چند تعریفه در بخش خانگی و قیمت گذاری بر حسب زمان مصرف"، کارشناس دفتر برنامه ریزی-امور معاونت انرژی-وزارت نیرو و عضو کمیته فنی انرژی و اقتصاد.

[۹] امور اقتصادی شرکت توانیر و اطلاعات حاصل از منطقه برق تهران پارس .

[۱۰] امای میبدی، دکتر علی-مهرابی، علی، "ارزیابی ساز و کارقیمت گذاری کارآمد برق در ایران "، موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازارگانی کشور ایران .

[11]Iwase,Hisashi-Kawasumi,kazoo-Tachibana,Katsuya-SHioda,Toshiaki "WT1600 digital power meter",T&M Business Div.