بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه اصفهان
دانشکده فنی مهندسی
گروه مهندسی برق

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش ماشین‌های الکتریکی و درایو

یک کنترل‌کننده با قابلیت بالا برای منابع تغذیه بدون وقفه با استفاده از روش‌های هوش محاسباتی

استادان راهنما:
دکتر پیمان معلم
دکتر مهدی نیرومند

استاد مشاور:
دکتر محمد عطائی

پژوهشگر:
یحیی فرهادی

مهر ماه ۱۳۹۱

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعـات، ابتکـارات و نـوآوری‌هـای ناشـی از تحقیـق موضوع این پایان نامـه متعلـق بـه دانشـگاه اصفهان است.

دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی برق

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش ماشین‌های الکتریکی آقای یحیی فرهادی تحت عنوان

یک کنترل‌کننده با قابلیت بالا برای منابع تغذیه بدون وقفه با استفاده از روش‌های هوش محاسباتی

در تاریخ ..... توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه ..... به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنمای پایان نامه دکتر پیمان معلم با مرتبه‌ی علمی دانشار امضا

۲- استاد راهنمای پایان نامه دکتر مهدی نیرومند با مرتبه‌ی علمی استادیار امضا

۳- استاد مشاور پایان نامه دکتر محمد عطائی با مرتبه‌ی علمی دانشیار امضا

۴- استاد داور داخل گروه دکتر بهزاد میرزائیان با مرتبه‌ی علمی دانشیار امضا

۵- استاد داور خارج از گروه دکتر حمیدرضا کارشناس با مرتبه‌ی علمی استادیار امضا

امضای مدیرگروه

تشکر و قدردانی

با سپاس از پروردگار مهربان که به من توفیق کسب علم و دانش عطا فرمود، بر خود لازم می‌دانم از اساتید راهنمای خود، آقای دکتر پیمان معلم و آقای دکتر مهدی نیرومند برای راهنماییهای دلسوزانه و مفیدشان نهایت تشکر و قدردانی را داشته باشم. همچنین از استاد مشاور خود آقای دکتر محمد عطائی که از راهنماییهای ایشان طی انجام این تحقیق برخوردار شدم، بسیار سپاسگذارم.

از آقای دکتر حمیدرضا کارشناس به خاطر حضور در جلسه دفائیه و ارائه نظرات سودمند کمال تشکر را دارم.

تقدیم به پدر و مادر عزیز و مهربانم، که اولین معلمان و فرشتگان زندگیم هستند، تقدیم به خواهران مهربان و برادر عزیزم که سلامتی و موفقیتشان آرزوی همیشگی من است و تقدیم به همسر عزیزم که همچون ماه تابان پناه شب‌های تاریک زندگانی من است.

چکیده

با پیشرفت روزافزون تکنولوژی و گسترش دستگاه‌های حساس و دقیق الکترونیکی، نیاز به وجود انرژی الکتریکی به صورت مطمئن و با کیفیت بالا برای تغذیه این دستگاه‌ها افزایش یافته است. امروزه حفاظت از بارهای الکتریکی حساس در برابر مشکلات برق شهر نظیر نوسانات شدید لحظه‌ای، کاهش و افزایش طولانی مدت ولتاژ، مشکلات هارمونیکی ناشی از بارهای غیرخطی، نویزهای الکتریکی، نوسانات فرکانسی، قطعی برق شهر و ناپایداری‌های سوئیچینگ امری ضروری است.

منابع تغذیه اضطراری بدون وقفه یا UPSها گزینه مناسبی برای حفاظت از بارهای حساس در برابر مشکلات برق شهر می‌باشند. UPSها در هنگام بروز مشکل در برق شهر در زمان کوتاهی وارد مدار شده و وظیفه تغذیه بارهای متصل به برق شهر را به عهده می‌گیرند. امروزه منابع تغذیه بدون وقفه به صورت گسترده‌ای در بارهای الکتریکی حساس استفاده می‌شوند.

یک UPS باید توانایی عملکرد خوب در انواع بارهای خطی و غیرخطی در حالت‌های گذرا و دائمی داشته باشد. فعالیتهای تحقیقاتی و صنعتی بسیاری جهت ارتقاء عملکرد و قابلیت اطمینان UPSها انجام گردیده و هم اکنون نیز در حال انجام است. تولید یک ولتاژ سینوسی تنظیم شده با اعوجاج هارمونیکی کل پایین تحت کلیه شرایط کاری از نیازهای ویژه یک UPS می‌باشد.

تا کنون کنترل‌کننده‌های مختلفی برای UPSها ارائه شده است که از آن‌ها می‌توان به کنترل‌کننده‌های کلاسیک، کنترل‌کننده‌های پیش بینی کننده، کنترل‌کننده‌های آموزش‌پذیر و کنترل‌کننده‌های غیرخطی اشاره کرد. در این تحقیق یک روش کنترلی مبتنی بر شبکه عصبی با عملکرد بالا معرفی شده است. کنترل‌کننده ترکیبی شامل کنترل‌کننده Deadbeat و کنترل‌کننده مبتنی بر شبکه عصبی B-spline می‌باشد، که کنترل‌کننده Deadbeat پاسخ دینامیکی سیستم و کنترل‌کننده مبتنی بر شبکه B-spline عملکرد UPS را در حالت‌های دائمی بهبود می‌دهد.

برای بررسی صحت عملکرد کنترل‌کننده پیشنهادی، یک منبع تغذیه بدون وقفه با روش کنترلی معرفی شده شبیه‌سازی شده است. در انتها نیز با هدف بررسی مطالعات تئوری، طراحی‌ها و شبیه‌سازی‌های انجام شده، منبع تغذیه بدون وقفه با کنترل‌کننده معرفی شده پیاده‌سازی شده است.

کلمات کلیدی: منبع تغذیه بدون وقفه، بار غیرخطی، شبکه عصبی، کنترل‌کننده با قابلیت بالا.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- کاربرد بارهای حساس ۲

۱-۳- مشکلات موجود در تغذیه ۲

۱-۴- راه حل استفاده از منابع تغذیه بدون وقفه ۵

۱-۵- انواع UPSها ۶

۱-۶- لزوم استفاده از کنترل‌کننده در UPSها ۹

فصل دوم: انواع روش‌های کنترلی در منابع تغذیه بدون وقفه

۲-۱- مقدمه ۱۲

۲-۲- مدلسازی منبع تغذیه بدون وقفه ۱۴

۲-۲-۱- مدل فضای حالت ۱۴

۲-۲-۲- تابع انتقال مدل در نظر گرفته شده ۱۴

۲-۲-۳- امپدانس خروجی ۱۵

۲-۳- انواع روش‌های کنترلی ۱۵

۲-۳-۱- کنترل‌کننده‌های کلاسیک ۱۶

۲-۳-۲- کنترل‌کننده‌های پیش‌بینی کننده ۱۷

۲-۳-۲-۱- کنترل‌کننده Deadbeat ۱۸

۲-۳-۲-۲- کنترل‌کننده پیش‌بینی کننده براساس مدل سیستم ۱۸

۲-۳-۳- کنترل‌کننده‌های آموزش‌پذیر ۱۹

۲-۳-۳-۱- کنترل‌کننده‌های تکراری ۱۹

۲-۳-۳-۲- کنترل‌کننده‌های آموزش‌پذیر تکراری ۲۱

۲-۳-۳-۳- کنترل‌کننده‌های مبتنی بر شبکه عصبی ۲۲

۲-۳-۴- کنترل‌کننده‌های غیرخطی ۲۳

۲-۳-۴-۱- کنترل‌کننده‌های مد لغزشی ۲۳

۲-۳-۴-۲- کنترل‌کننده‌های وقفی ۲۳

۲-۴- نتیجه‌گیری ۲۳

عنوان **صفحه**

فصل سوم: کنترل‌کننده‌های مبتنی بر شبکه عصبی

۳-۱- کنترل‌کننده‌های مبتنی بر شبکه‌های عصبی ۲۶
۳-۱- کنترل‌کننده مبتنی بر شبکه عصبی on-line با ساختار چند لایه‌ای ۲۸
۳-۱-۱- نتایج شبیه‌سازی ۳۱
۳-۲- کنترل‌کننده مبتنی بر شبکه عصبی off-line با ساختار چند لایه‌ای ۳۳
۳-۱-۱-۱- نتایج شبیه‌سازی، پیاده‌سازی به صورت آنالوگ و نتایج عملی ۳۶
۳-۱-۲- کنترل‌کننده مبتنی بر شبکه عصبی ADALINE ۳۸
۳-۱-۲-۱- نتایج شبیه‌سازی و نتایج عملی ۴۱
۳-۲- نتیجه‌گیری ۴۳

فصل چهارم: معرفی روش کنترلی ترکیبی مبتنی بر هوش محاسباتی

۴-۱- مقدمه ۴۵
۴-۲- معرفی روش کنترلی ۴۵
۴-۳- شبکه‌های عصبی مبتنی بر حافظه ۴۷
۴-۳-۱- شبکه عصبی پرسپترون ۴۸
۴-۳-۲- شبکه‌های عصبی مبتنی بر حافظه ۵۰
۴-۳-۲-۱- ساختار شبکه‌های عصبی مبتنی بر حافظه ۵۱
۴-۳-۲-۲- روش آموزش شبکه‌های عصبی مبتنی بر حافظه ۵۲
۴-۳-۲-۳- واژگان تخصصی ۵۳
۴-۳-۳- شبکه‌های عصبی مبتنی بر حافظه مشبک ۵۳
۴-۳-۳-۱- فضای ورودی مشبک ۵۴
۴-۳-۳-۲- مکان گره‌ها در ورودی مشبک ۵۴
۴-۳-۳-۳- توابع پایه ۵۶
۴-۳-۳-۴- تفکیک‌بندی واحد ۵۷
۴-۴- شبکه عصبی B-Spline ۵۸
۴-۴-۱- تابع‌های پایه شبکه B-Spline ۵۹
۴-۴-۲- الگوریتم پایه ۶۱
۴-۴-۳- تابع پایه تک متغیره ۶۲

عنوان **صفحه**

۴-۴-۴- مشخصات ۶۴

۴-۵- تحلیل شبکه عصبی B-Spline برای منبع تغذیه بدون وقفه اضطراری ۶۴

۴-۶- کنترل‌کننده Deadbeat ۶۷

فصل پنجم: طراحی پارامترهای کنترل‌کننده مبتنی بر هوش محاسباتی

۵-۱- مقدمه ۷۰

۵-۲- تحلیل کنترل‌کننده B-Spline در حوزه فرکانس ۷۱

۵-۲-۱- مدل کنترل‌کننده در حوزه فرکانس ۷۱

۵-۳- طراحی کنترل‌کننده شبکه عصبی B-Spline ۷۵

۵-۴- نتایج شبیه‌سازی ۷۹

۵-۵- نتیجه‌گیری ۸۱

فصل ششم: پیاده سازی منبع تغذیه بدون وقفه با کنترل‌کننده پیشنهادی

۶-۱- مقدمه ۸۳

۶-۲- ساختار کلی سیستم پیاده‌سازی شده ۸۳

۶-۳- بورد DSP ۸۶

۶-۴- برنامه کنترل‌کننده ترکیبی برای بورد DSP ۸۷

۶-۵- مبدل DC به AC ۸۹

۶-۶- بورد حسگر جریان و ولتاژ ۹۴

۶-۷- ولتاژ لینک DC ۹۶

۶-۸- فیلتر LC خروجی ۹۷

۶-۹- بار خروجی ۹۷

۶-۱۰- نتایج پیاده‌سازی سیستم ۹۸

۶-۱۱- نتیجه‌گیری ۱۰۴

فصل هفتم: نتیجه گیری

۷-۱- نتیجه‌گیری ۱۰۵

۷-۲- پیشنهادات ۱۰۷

پیوست الف: مشخصات بورد eZdspF2812 ..... ۱۰۸

پیوست ب: مشخصات تراشه TMS320F2812 ..... ۱۰۹

عنوان **صفحه**

پیوست ج: تبدیل سیستم سه فاز به دو فاز بدون تزویج ۱۱۱
منابع و مآخذ ۱۱۲

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱- ۱ مشکلات موجود در تغذیه..... ۳
شکل ۱- ۲ ساختار کلی یک Passive Standby (Off-line) UPS..... ۷
شکل ۱- ۳ ساختار کلی یک Line Interactive (Single Conversion) UPS..... ۸
شکل ۱- ۴ ساختار کلی یک Double Conversion UPS..... ۹
شکل ۱- ۵ ولتاژ و جریان خروجی یک UPS تک فاز در تغییر پله‌ای بار..... ۱۰
شکل ۱- ۶ ولتاژ و جریان خروجی یک UPS تک فاز هنگام اتصال به بار غیرخطی..... ۱۰
شکل ۳- ۱ کنترل‌کننده آموزش‌پذیر مبتنی بر شبکه عصبی [۲۹]..... ۲۸
شکل ۳- ۲ تابع سیگموئیدی با مقادیر مختلف a [۲۹]..... ۲۹
شکل ۳- ۳ قسمت غیرخطی با پارامتر آموزشی a [۲۹]..... ۲۹
شکل ۳- ۴ مقایسه سرعت کنترل‌کننده مبتنی بر شبکه عصبی با و بدون ساختار انعطاف‌پذیر [۲۹]..... ۳۲
شکل ۳- ۵ مدل خطی منبع تغذیه بدون وقفه [۳۰]..... ۳۴
شکل ۳- ۶ کنترل‌کننده مبتنی بر شبکه عصبی برای کنترل منبع تغذیه بدون وقفه [۳۰]..... ۳۴
شکل ۳- ۷ کنترل‌کننده چند حلقه‌ای برای بدست آوردن الگوهای آموزشی (متغیر با علامت * نشان دهنده ولتاژ یا جریان مرجع می‌باشد.) [۳۰]..... ۳۵
شکل ۳- ۸ کنترل‌کننده آنالوگ PI برای مقایسه با کنترل‌کننده معرفی شده [۳۰]..... ۳۸
شکل ۳- ۹ مقایسه اعوجاج هارمونیکی کل با بارهای مختلف غیرخطی (یکسو کننده پل) [۳۰]..... ۳۹
شکل ۳- ۱۰ کنترل‌کننده مبتنی بر شبکه ADALINE [۳۶]..... ۳۹
شکل ۳- ۱۱ مدل شبکه عصبی اینورتر [۳۶]..... ۴۰
شکل ۴- ۱ ساختار کنترل‌کننده ترکیبی آموزش‌پذیر..... ۴۷
شکل ۴- ۲ شبکه عصبی پرسپترون Rosenblatt [۳۲]..... ۴۹
شکل ۴- ۳ اتصال تصادفی بین سلول‌های حسگر و لایه مخفی در شبکه پرسپترون ساختار مکانی را حفظ نمی‌کند [۳۲]..... ۵۰
شکل ۴- ۴ ساختار شبکه‌های عصبی مبتنی بر حافظه [۳۲]..... ۵۱
شکل ۴- ۵ مکان بردار گره در یک فضای ورودی یک بعدی، $r_1=5$ و $k_1=3$..... ۵۵
شکل ۴- ۶ فضای مشبک ورودی دو بعدی، ناحیه سایه‌دار فضای ورودی با اندازه ۴×۳ را نشان می‌دهد..... ۵۶
شکل ۴- ۷ فضای پشتیبانی (قسمت سایه‌دار) دو بعدی مربوط به یک تابع پایه چند متغیره [۳۲]..... ۵۷

عنوان **صفحه**

شکل ۴- ۸ توابع شبکه عصبی B-Spline تک متغیره از مرتبه‌های ۱ تا ۴، این تابع‌ها هنگامی فعال هستند که ورودی در فاصله سوم یعنی $[\lambda_2, \lambda_3]$ قرار گیرد ۶۰
شکل ۴- ۹ یک تابع پایه دو متغیره (با استفاده از ضرب فازی) از دو تابع پایه تک متغیره تشکیل شده است [۳۲] ۶۱
شکل ۴- ۱۰ طرحواره شبکه عصبی B-Spline که در آن توابع پایه در فضای ورودی مشبک n بعدی تعریف شده‌اند ۶۲
شکل ۴- ۱۱ توابع پایه الف) مرتبه دوم و ب) مرتبه سوم شبکه B-Spline، گره‌ها در نقاط صحیح قرار داده شده‌اند و در فاصله iام یعنی [i-1,i]، توابع پایه یک چند جمله‌ای ساده $p_i(x)$ هستند [۳۲] ۶۳
شکل ۴- ۱۲ شبکه عصبی B-Spline در نظرگرفته شده ۶۵
شکل ۴- ۱۳ جزئیات مربوط به شبکه عصبی B-Spline ۶۶
شکل ۴- ۱۴ ساختار پایه مربوط به یک اینورتر نوع ولتاژ ۶۷
شکل ۴- ۱۵ طرحواره کنترل‌کننده Deadbeat برای فاز α ۶۹
شکل ۵- ۱ فضای پشتیبانی تابع $N_1^j(l)$ و خروجی آن ۷۲
شکل ۵- ۲ اندازه تابع $H(\omega, a_k, d)$ بر حسب $\omega d/4$ و a_k ۷۶
شکل ۵- ۳ فاز تابع $H(\omega, a_k, d)$ بر حسب $\omega d/4$ و a_k ۷۶
شکل ۵- ۴ اندازه تابع $H(\omega, a_k, d)$ بر حسب $\omega d/4$ به ازای چند a_k مختلف ۷۷
شکل ۵- ۵ فاز تابع $H(\omega, a_k, d)$ بر حسب $\omega d/4$ و به ازای چند a_k مختلف ۷۸
شکل ۵- ۶ نتایج شبیه‌سازی در حالت دائمی با بار غیرخطی ۸۱
شکل ۵- ۷ نتایج شبیه‌سازی در حالت گذرا با بار پله‌ای (تغییر بار از ۱۰٪ به مقدار ۱۰۰٪ نامی) ۸۲
شکل ۶- ۱ ساختار یک منبع تغذیه بدون وقفه با بار غیرخطی و کنترل‌کننده ۸۴
شکل ۶- ۲ تصویر منبع تغذیه بدون وقفه پیاده‌سازی شده ۸۵
شکل ۶- ۳ طرحواره کلی سیستم پیاده‌سازی شده ۸۶
شکل ۶- ۴ شکل ماژول IPM به شماره PM25RSB120 ۸۹
شکل ۶- ۵ مدار قدرت داخلی IPM به شماره PM25RSB120 ۹۰
شکل ۶- ۶ مدار قدرت و مدار کنترلی IPM به شماره PM25RSB120 ۹۰
شکل ۶- ۷ تصویر مدار طراحی شده برای درایو ماژول IPM ۹۲
شکل ۶- ۸ مدار درایو IPM ۹۳

عنوان **صفحه**

شکل ۶- ۹ الف) شکل ظاهری و ب) مدار داخلی حسگر جریان LTS25-NP ۹۴
شکل ۶- ۱۰ رابطه بین ولتاژ خروجی حسگر جریان و جریان ورودی آن ۹۵
شکل ۶- ۱۱ مدار شیفت فاز، تنظیم‌کننده و مدار برشگر ولتاژ خروجی حسگر جریان ۹۶
شکل ۶- ۱۲ تصویر بورد حسگر جریان و ولتاژ ۹۶
شکل ۶- ۱۳ بار غیرخطی ۹۷
شکل ۶- ۱۴ ولتاژ و جریان فاز خروجی a با کنترل‌کننده ترکیبی با بار مقاومتی ۵۰Ω (مقدار دیجیتال) ۹۸
شکل ۶- ۱۵ ولتاژ خروجی فاز a با کنترل‌کننده ترکیبی با بار خطی (اندازه‌گیری شده با ترانس به نسبت ۱/۱۳ و مقیاس زمانی برابر ۵ms/div و مقیاس ولتاژ برابر ۵v/div می‌باشد.) ۹۹
شکل ۶- ۱۶ درصد هارمونیک‌های مختلف و اعوجاج هارمونیکی کل ولتاژ خروجی با بار خطی با کنترل‌کننده ترکیبی ۱۰۰
شکل ۶- ۱۷ ولتاژ خروجی فاز a با بار غیرخطی و کنترل‌کننده Deadbeat (مقدار دیجیتال) ۱۰۰
شکل ۶- ۱۸ جریان خروجی فاز a با کنترل‌کننده Deadbeat و بار غیرخطی (مقدار دیجیتال) ۱۰۱
شکل ۶- ۱۹ خروجی حسگر جریان فاز a با کنترل‌کننده Deadbeat و بار غیرخطی (مقیاس زمانی برابر ۵ms/div و مقیاس ولتاژ برابر ۰/۱v/div می‌باشد.) ۱۰۱
شکل ۶- ۲۰ درصد هارمونیک‌های مختلف و اعوجاج هارمونیکی کل ولتاژ خروجی با بار غیرخطی با کنترل‌کننده Deadbeat ۱۰۲
شکل ۶- ۲۱ ولتاژ خروجی فاز a با بار غیرخطی و کنترل‌کننده ترکیبی (مقدار دیجیتال) ۱۰۲
شکل ۶- ۲۲ درصد هارمونیک‌های مختلف و اعوجاج هارمونیکی کل ولتاژ خروجی با بار غیرخطی با کنترل‌کننده ترکیبی ۱۰۳
شکل ۶- ۲۳ ولتاژ خروجی فاز a با کنترل‌کننده ترکیبی با بار غیرخطی (مقیاس زمانی برابر ۵ms/div و مقیاس ولتاژ برابر ۵۰v/div می‌باشد.) ۱۰۳
شکل الف- ۱ تصویر بورد eZdspF2812 ..... ۱۰۸

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۳- ۱ پارامترهای اینورتر PWM ۳۱
جدول ۳- ۲ نتایج شبیه‌سازی برای کنترل‌کننده معرفی شده مبتنی بر شبکه عصبی با ساختار انعطاف‌پذیر ۳۲
جدول ۳- ۳ نتایج شبیه‌سازی برای کنترل‌کننده معرفی شده مبتنی بر شبکه عصبی بدون ساختار انعطاف‌پذیر ۳۳
جدول ۳- ۴ نتایج شبیه‌سازی برای کنترل‌کننده Deadbeat اصلاح شده با یک حسگر ۳۳
جدول ۳- ۵ مقایسه روش کنترلی معرفی شده با ساختار انعطاف‌پذیر و کنترل‌کننده ADALINE ۳۳
جدول ۳- ۶ پارامترهای منبع تغذیه بدون وقفه ۳۶
جدول ۳- ۷ پارامترهای اینورتر PWM ۴۱
جدول ۳- ۸ نتایج شبیه‌سازی کنترل‌کننده ADALINE در بارهای مختلف (با یک حسگر) ۴۲
جدول ۳- ۹ نتایج شبیه‌سازی کنترل‌کننده Deadbeat در بارهای مختلف (با یک حسگر) ۴۲
جدول ۳- ۱۰ پارامترهای سیستم آزمایشگاهی ۴۲
جدول ۳- ۱۱ مقایسه کنترل‌کننده ADALINE و کنترل‌کننده مبتنی بر شبکه عصبی چند لایه ۴۳
جدول ۵- ۱ مقادیر پارامترهای منبع تغذیه بدون وقفه ۸۰
جدول ۶- ۱ مقادیر پارامترهای سیستم پیاده‌سازی شده ۸۴
جدول ۶- ۲ اتصالات پایه‌های حسگر جریان برای اندازه‌گیری جریان مطلوب ۹۵
جدول الف- ۱ مشخصات بورد eZdspF2812 ..... ۱۰۸

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

بسیاری از بارها نظیرکامپیوتر به تغییرات ولتاژ مانند خاموشی موقت و افت ولتاژ حساس هستند و ممکن است عملکرد آن‌ها در چنین شرایطی مختل شود. به چنین بارهایی، بارهای حساس گفته می‌شودکه در بسیاری از کاربردها عملکرد مداوم آن‌ها ضروری است، به همین دلیل برای این بارها باید از یک منبع تغذیه پایدار و قابل اطمینان استفاده کرد. امروزه با گسترش روزافزون صنعت و تکنولوژی در اکثر زمینه‌ها و استفاده از سیستم‌های حساس الکترونیکی و ابزار دقیق، نیاز به یک منبع تغذیه عاری از اغتشاش با قابلیت بالا به شدت افزایش یافته است. از آنجا که شبکه‌های برق از قابلیت اطمینان کافی برای تغذیه این سیستمهای حساس برخوردار نیستند، لذا امروزه برای تغذیه بارهای حساس تقریباً بدون استثناء از تجهیزات ویژه‌ای تحت عنوان "منابع تغذیه بدون وقفه" یا UPSها[1] استفاده می‌شود [۱]. چنین تجهیزاتی در درجه اول یک ولتاژ سینوسی بدون اعوجاج با قابلیت اطمینان بالا برای بار فراهم می‌آورند. علاوه بر این قابلیت مهم و اساسی، یک UPS خوب باید قابلیتهای دیگری نظیر جریان سینوسی با ضریب توان[2] واحد در ورودی، گذار مناسب[3] بین حالتهای مختلف کاری، قابلیت اعتماد بالا،

[1] Uninterruptible Power Supplies
[2] power factor
[3] seamless transition

راندمان بالا، اختلالات الکترومغناطیسی[1] پایین، ایزولاسیون بین ورودی و خروجی، هزینه تعمیر و نگهداری پایین، حجم و اندازه کم و قیمت پایین نیز داشته باشد [۲] و [۳]. در ادامه این فصل ابتدا در مورد بارهای حساس و کاربرد آن‌ها و همچنین مشکلات برق شهر توضیحاتی داده می‌شود، سپس انوع UPSها توضیح داده خواهند شد.

۱-۲- کاربرد بارهای حساس

تعداد و انواع بارهایی که جزء بارهای حساس در نظر گرفته می‌شوند، با پیشرفت زیاد در تجهیزات میکروپروسسروری به سرعت در حال افزایش هستند. این تجهیزات در بسیاری از کاربردهای تجاری و صنعتی استفاده می‌شوند. از بارهای حساس می‌توان به کامپیوترها، که در بسیاری از کاربردهای پردازش داده و کنترل سیگنال استفاده می‌شوند، تجهیزات پردازش صنعتی، تجهیزات پزشکی، به عنوان مثال تجیهزات حیاتی مورد استفاده در بیمارستان‌ها و تجهیزات مربوط به نظارت کردن[2]، تجهیزات مربوط به شبکه‌های ارتباط از راه دور، سیستم‌های POS[3] که در فروشگاه‌های زنجیره‌ای و سوپرمارکت‌ها استفاده می‌شوند و تجارت الکترونیکی به‌روز[4] نظیر خریدهای اینترنتی اشاره کرد.

از اثرات منبع تغذیه برای بارهای حساس می‌توان به قطع معاملات تجاری و کسب و کار به دلیل استفاده از کامپیوترها و تجهیزات حساس به ولتاژ، از دست دادن اطلاعات به دلیل از کار افتادن نرم‌افزارهای مربوطه، آسیب دیدن قطعات سخت‌افزاری گران‌قیمت به دلیل اضافه ولتاژهای ناگهانی، اضافه ولتاژ دائم و غیره، متوقف شدن خطوط تولید به دلیل عملکرد ناصحیح فرایند تولید و همچنین خسارت به تجهیزات تولید، عملکرد ناصحیح سیستم‌های کنترلی، از کار افتادن تجهیزات POS و همچنین تجهیزات ارتباط از را ه دور، صرف هزینه و زمان برای تعمیر و تنظیمات مربوط به بارهای حساس اشاره کرد.

۱-۳- مشکلات موجود در تغذیه

اضافه ولتاژ گذرا[5]:

اضافه ولتاژ گذرا در واقع ولتاژهای سریع گذرا با طول زمانی کم هستند که به شکل موج اصلی تحمیل می‌شوند. این اضافه ولتاژها هم به صورت مثبت و هم به صورت منفی می‌توانند در شکل موج اثر گذارند و باعث

---

[1] Electromagnetic Interferences (EMI)
[2] monitoring
[3] Point Of Sales
[4] online
[5] spike

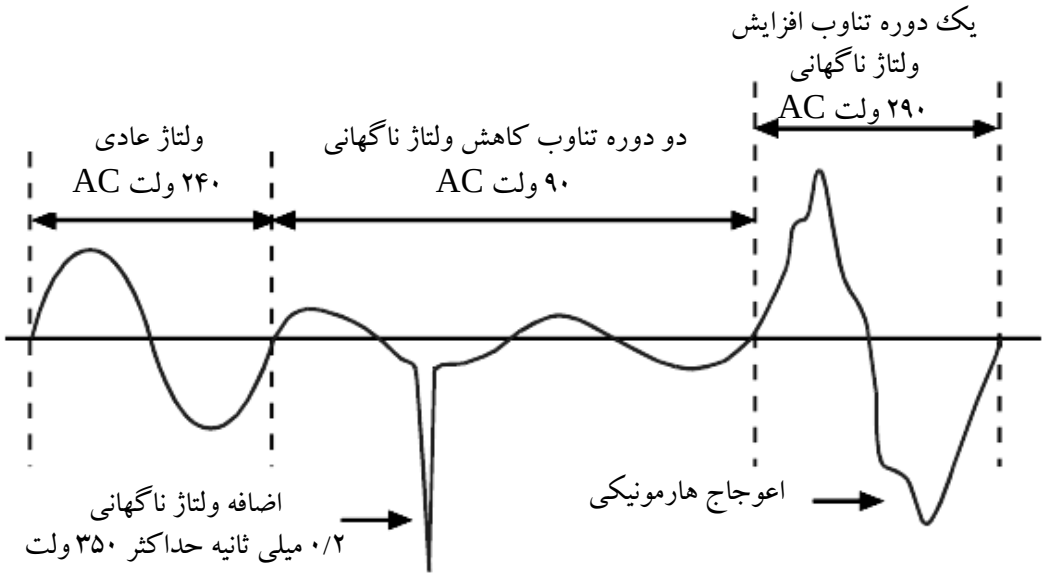
خسارت به تجهیزات الکترونیکی شوند. اضافه ولتاژهای گذرا باعث تحمیل جریان زیاد به تجهیزات الکتریکی می‌شوند و همچنین به سیستم‌های سخت‌افزاری و یا نرم‌افزاری آسیب وارد می‌کنند.

نویز الکتریکی:

نویز الکتریکی معمولاً نتیجه اغتشاش بین خط به خط و خط به خنثی در سیستم‌های قدرت است که می‌تواند توسط صاعقه، سوئیچینگ در بار، خطای کابل‌ها در خطوط انتقال، نزدیک بودن تجهیزات فرکانس رادیویی به خطوط قدرت و غیره حاصل شوند. نویزهای الکتریکی در کابل‌های ارتباطی تأثیر می‌گذارند و باعث هنگ کردن کامپیوترها و از دست رفتن اطلاعات می‌شوند.

افزایش ولتاژ ناگهانی[1]:

افزایش ولتاژ به مقداری بیش از ولتاژ نامی را که طول آن بیشتر از یک سیکل باشد، افزایش ولتاژ ناگهانی می‌گویند و معمولاً با قطع کردن یک بار بزرگ اتفاق می‌افتد. این افزایش ولتاژها به دلیل طولانی بودن زمان رخدادشان می‌توانند منبع تغذیه حالت سوئیچینگ کامپیوتر را تحت تأثیر قرار دهند و باعث خرابی کامپیوتر شوند.



شکل ۱- ۱ مشکلات موجود در تغذیه

[1] Surge

کاهش ولتاژ ناگهانی[1]:

کاهش ولتاژ در منبع اصلی رخ می‌دهد و معمولاً چندین سیکل طول می‌کشد. در واقع می‌توان گفت که کاهش ولتاژ شبیه اضافه ولتاژ گذرا با مقدار منفی است که علاوه بر اینکه اندازه آن کوچک است، زمان بیشتری طول می‌کشد. کاهش ولتاژ ناگهانی یک پدیده معمول است که در نتیجه سوئیچینگ در بارهای زیاد نظیر سیستم‌های تهویه هوا و یا راه‌اندازی ماشین‌های گردان رخ می‌دهد. اگر در هنگام راه‌اندازی مجدد[2] کامپیوتر کاهش ولتاژ رخ دهد، ممکن است کامپیوتر سیگنال راه‌اندازی مجدد را به عنوان سیگنال خاموش شدن تشخیص دهد.

هارمونیک‌های ولتاژ:

هارمونیک‌های ولتاژ معمولاً در اثر بارهای غیرخطی که یک جریان نامتقارن از منبع اصلی می‌کشند، ایجاد می‌شوند. از این نوع بارها می‌توان به یکسوکننده‌های کنترل شده، منابع تغذیه حالت سوئیچینگ و یا ماشین‌های گردان که برای کاربردهایی نظیر دستگاه‌های فتوکپی، پرینترهای لیزری و کامپیوترها استفاده می‌شوند، اشاره کرد. هارمونیک‌های ولتاژ باعث افزایش نامناسب جریان می‌شوند که این نیز به نوبه خود باعث افزایش دما و گرم شدن تجهیزات الکترونیکی می‌شود.

بسیاری از کامپیوترها منبع تغذیه حالت سوئیچینگ داخلی دارند که اگر تعداد کامپیوترها افزایش یابد، باعث می‌شود که این هارمونیک‌های ولتاژ به مقدار زیادی افزایش یابند. در شرایط نامناسب گرمای تولید شده ممکن است به سیستم‌ها آسیب برساند، لذا در چنین شرایطی به عنوان مثال در یک سایت که از کامپیوترهای زیادی استفاده می‌کند، لازم است که از یک منبع تغذیه بدون وقفه که اعوجاج هارمونیکی کل آن کمتر از ۱۰٪ باشد، استفاده شود.

کاهش ولتاژ زیاد[3]:

کاهش ولتاژ زیاد در واقع مشابه کاهش ولتاژ ناگهانی است، اما هم زمان رخدادن آن بیشتر است و هم افت ولتاژ بسیار محسوس است. این حالت باعث می‌شود که منبع نتواند بار موجود را تغذیه کند و باعث افت ولتاژ در کل شبکه می‌شود.

---

[1] sag
[2] restart
[3] brownout