

**دانشگاه آزاد اسلامی**

**واحد تهران جنوب**

**دانشکده فنی و مهندسی**

**مهندسی برق -قدرت**

**عنوان:**

**تحلیل هارمونیک در مبدل های قدرت**

**استاد راهنما :**

**نام دانشجو:**



**فهرست مطالب**

**چکیده................................................................................................................ 1**

**مقدمه ................................................................................................................ 2**

**فصل 1 کلیات .................................................................................................... 4**

* 1. تعریف هارمونیک ........................................................................................................................... 5
  2. ضریب اعوجاج کلی ....................................................................................................................... 7

**فصل 2 مبدل های قدرت ..............................................................................0 1**

* 1. مقدمه ............................................................................................................................................. 11
  2. کاربردهای اینورتر ........................................................................................................................ 14

**فصل 3 علل ایجاد هارمونیک ....................................................................... 21**

* 1. منابع ایجاد هارمونیک ................................................................................................................ 22
  2. مبدل های الکتریکی قدرت ....................................................................................................... 24
  3. منابع جدید تولید هارمونیک ..................................................................................................... 32
  4. صرفه جویی انرژی و کنترل موتورها ....................................................................................... 34
  5. مدولاسیون ضربه ای منقطع (PBM) ...................................................................................... 38

**فصل 4 اثرات هارمونیک .............................................................................. 41**

* 1. اثرات هارمونیک ............................................................................................................................ 42
  2. اثرات هارمونیک بر خازن ها ...................................................................................................... 49
  3. اثرات هارمونیک بر ماشین های آسنکرون ............................................................................. 53
  4. اثرات هارمونیک بر عملکرد رله ها ........................................................................................... 54
  5. اثرات هارمونیک بر کلیدها ......................................................................................................... 58
  6. اثرات هارمونیک ب عایق ها ...................................................................................................... 59
  7. اثرات هارمونیک بر فیوزها ......................................................................................................... 60
  8. اثرات هارمونیک بر سیستم های مخابراتی ............................................................................ 60
  9. تاثیرات دیگر هارمونیک ها ........................................................................................................ 61

**فصل 5 روش های کاهش هارمونیک ........................................................... 62**

* 1. مقدمه ............................................................................................................................................ 63
  2. فیلترهای پسیو ............................................................................................................................ 64
  3. فیلترهای اکتیو ............................................................................................................................ 64
  4. مدولاسیون پهنای پالس ........................................................................................................... 71
  5. انواع روش های مدولاسیون عرض پالس ............................................................................... 78
  6. حذف هارمونیک به کمک ترانسفورمر .................................................................................... 88
  7. تحلیل مدولاسیون سینوسی .................................................................................................... 89
  8. نکات تکمیلی ............................................................................................................................... 98
  9. اینورتر 3 فاز ................................................................................................................................. 99
  10. مبدل های چندسطحی ............................................................................................................ 115
  11. حذف هارمونیک های مرتبه پائین در اینورترهای چند سطحی ..................................... 116

**فصل 6 شبیه سازی در نرم افزار** **MATLAB** **.......................................... 133**

* 1. مقدمه ........................................................................................................................................... 134
  2. شرح مدار .................................................................................................................................... 134

**نتیجه گیری** ........................................................................................................................................ 147

منابع ......................................................................................................................................................... 148

چکیده

در این پروژه به بررسی انواع هارمونیک های ناشی از عناصر غیر خطی همچون مبدل های الکترونیک قدرت،راه اندازها و درایورهای تنظیم سرعت در پروژه های قدرت و بررسی علل آنها و همچنین روش های کاهش و حذف این هارمونیک ها پرداخته شده است.

**1-1 مقدمه**

استفاده از مبدل های الکترونيک قدرت در اواخر دهه 1970 معمول گرديد. بسياری از مهندسان برق در مورد توانايی پذيرش اعوجاج هارمونيکی توسط سيستم های قدرت به بحث و تبادل نظر پرداختند

پيش بينی های نگران کننده ای از سرنوشت سيستم های قدرت در صورت اجازه استفاده از اين تجهيزات انجام گرفت . در حالی که بعضی از اين پيش بينی ها بيش از حد قلمداد می شد ، ولی بررسی مفهوم کيفيت برق مديون آنها ، بدليل پيگيری درباره اين مسئله نوظهور می باشد . بروز هارمونيک ها در سيستم های قدرت ناشی از استفاده عناصر غيرخطی در شبکه می باشد . عناصر غير خطی در سيستمهای برق ، مانند :

راه اندازها ، درايورهای تنظيم سرعت ، مبدل های الکترونيک قدرت و غيره مقدار هارمونيک شکل موج جريان و ولتاژ بطور چشمگيری افزايش يافته که در نتيجه منجر به تحقيقاتی شد که نتايج آن نقطه نظرات متعددی در مورد کيفيت برق بود .

به نظر برخی از محققان ، اعواج هارمونيکی هنوز مهم ترين مسئله کيفيت برق می باشد. مسائل هارمونيکی با بسياری از قوانين معمولی طراحی سيستم های قدرت و عملکرد آن تحت فرکانس اصلی مغاير است . بنابراين مهندسين برق با پديده های نا آشنايی روبرو می شوند که لازمه دانستن رياضی خاص و نياز به ابزار پيچيده و تجهيزات پيشرفته برای حل مشکلات و تجزيه تحليل آنها دارد . اگر چه تحليل مسائل هارمونيکی می تواند دشوار باشد اما درصد کمی از فيدرهاي مربوط به سيستمهای توزيع تحت تاثير عوامل ناشی از هارمونيک ها قرار می گيرند.

مصرف کننده های برق خود هم می توانند توليد کننده هارمونيك باشند و هم در صورت وجود هارمونيك مشكلات زيادتري از توليد كننده هاي برق تحمل می کنند . اعوجاج هارمونيکی در بسياری از دوره ها در سيستم های قدرت جريان متناوب وجود داشته و دنبال شده است .

جستجوی کتب و منابع و مطالب تکنيکی دهه های قبل و اخير نشان می دهد که مقالات مختلفی در رابطه با اين موضوع انتشار يافته است . اولين منابع هارمونيکی ترانسفورماتورها بودند و نخستين مشکل نيز در سيستم های تلفن پديد آمد.

استفاده از لامپ های قوس الکتريکی بدليل مولفه های خاص هارمونيکی توجهات خاصی را برانگيخت ولی اين مسائل به اندازه اهميت مسئله مبدل های الکترونيک قدرت درسالهای اخير نبوده است. با پيشرفت تکنولوژی در سالهای اخير استفاده از مبدل های الکترونيک قدرت نيز افزايش چشمگيری داشته است. در طی سالهای اخير پژوهشگران متوجه شده اند که اگر سيستم انتقال به نحو مناسبی طراحی شود به نحوی که بتواند مقدار توان مورد نياز بارها را به راحتی تامين کند ، احتمال ايجاد مشکل ناشی از هارمونيک ها برای سيستم های قدرت بسيار کم خواهد بود ، گرچه اين هارمونيک ها موجب مسائلی در سيستم های مخابراتی می شوند . اغلب در سيستم های قدرت مشکلات زمانی بروز می کنند که خازنهای موجود در سيستم باعث ايجاد تشديد در يک فرکانس هارمونيکی شوند . در اين شرايط اغتشاشات و اعوجاج ها ، بسيار بيشتر از مقادير معمول می گردند امکان ايجاد اين مشکلات در مورد مراکز کوچک مصرف وجود دارد ولی شرايط بدتر در سيستم های صنعتی بدليل درجه زيادی از تشديد رخ می دهد .