دانشگاه صنعتی شیراز
دانشکده برق و الکترونیک گروه قدرت

پایان نامه کارشناسی ارشد
در رشته برق گرایش سیستم‌های قدرت و انرژی

عنوان پایان نامه

کنترل بهینه روزانه چند منظوره ولتاژ و توان راکتیو در شبکه‌های توزیع با در نظر گرفتن تاثیر تولیدات پراکنده

بوسیله‌ی محسن زارع

استاد راهنما:
دکتر طاهر نیکنام

استاد مشاور:
دکتر جمشید آقایی

بهمن ماه 1390

بسم الله الرحمن الرحيم

به نام خدا

کنترل بهینه روزانه چند منظوره ولتاژ و توان راکتیو در شبکه‌های توزیع با در نظر گرفتن تاثیر تولیدات پراکنده

به وسیله‌ی:
محسن زارع

پایان نامه
ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی از فعالیت‌های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته
مهندسی برق- قدرت

از دانشگاه صنعتی شیراز
شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان‌نامه با درجه:

دکتر	طاهر نیکنام	استاد راهنما	(رئیس کمیته)
دکتر	جمشید آقایی	استاد مشاور	
دکتر	علیرضا روستا	استاد داور	
دکتر	مجید نیری پور	استاد داور	

مدیر امور آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه:

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه صنعتی شیراز است.

تقدیم به روح بلند پدرم

و

چشمان پر مهر مادرم

سپاسگزاری

"من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق"

اکنون که به فضل الهی این رساله به پایان رسیده است، بر خود فرض می دانم که از زحمات بزرگوارانه و راهنمایی های استادانه **جناب آقای دکتر نیکنام و جناب آقای دکتر آقایی** تشکر نمایم که در همه حال با راهنمایی هایشان حامی من بودند.

چکیده

عنوان پایان‌نامه

کنترل بهینه روزانه چند منظوره ولتاژ و توان راکتیو در شبکه‌های توزیع با در نظر گرفتن تاثیر تولیدات پراکنده

به وسیله‌ی:
محسن زارع

امروزه مسائلی همچون تجدید ساختار در سیستم‌های قدرت و تشکیل بازارهای فروش انرژی در کنار پیشرفت تکنولوژی و مسائل زیست محیطی باعث ظهور و گسترش منابع کوچک تولید انرژی با نام تولیدات پراکنده شده‌اند. گسترش استفاده از تولیدات پراکنده، به طور قطع مسائل فنی سیستم‌های قدرت و به خصوص شبکه‌های توزیع به عنوان اصلی‌ترین محل نصب این تولیدات را تحت تاثیر قرار خواهد داد و این امر بازبینی مسائل فنی سیستم‌های قدرت را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. مسئله کنترل روزانه ولتاژ و توان راکتیو یکی از مسائل مهم در زمینه بهره‌برداری از شبکه‌های توزیع است که با استفاده از تپ ترانسفورماتورها و توان راکتیو تولیدی توسط خازن‌های موجود در شبکه انجام می‌پذیرد. تعامل مناسب و کنترل شده میان توان خروجی تولیدات پراکنده و متغیرهای کنترلی یاد شده می‌تواند به بهبود مسئله کمک کند. از سوی دیگر، وابستگی توان تولیدی توسط توربین‌های بادی به شرایط جوی و وابستگی میزان توان مصرفی مصرف‌کنندگان به رفتارها و عادات اجتماعی، مسئله کنترل ولتاژ و توان راکتیو را به یک مسئله همراه با عدم قطعیت تبدیل کرده است. لذا حل این مسئله به صورت یک مسئله قطعی نمی‌تواند شرایط بهره‌برداری ایمن و بهینه را تضمین کند. به همین منظور در این پایان‌نامه مسئله کنترل روزانه ولتاژ و توان راکتیو با در نظر گرفتن تاثیر تولیدات پراکنده به عنوان یک مسئله تصادفی مدل‌سازی و حل شده است. توابع هدف پیشنهادی برای این مسئله شامل کمینه کردن میزات تلفات انرژی الکتریکی، کمینه کردن میزان انحرافات ولتاژ شین‌ها از مقدار نامی، کمینه کردن میزان آلودگی تولیدی توسط منابع تولید پراکنده و پست اصلی و کمینه کردن هزینه تولید انرژی الکتریکی توسط تولیدات پراکنده و پست اصلی است. همچنین در این پایان‌نامه رفتار متغیرهای توان خروجی توربین‌های بادی و میزان بار مصرف‌کنندگان به عنوان متغیرهای همراه با عدم قطعیت در مسئله وارد شده است و روشی بر مبنای تشکیل سناریو برای حل مسئله برنامه‌ریزی تصادفی پیشنهاد شده است. الگوریتم بهینه‌سازی قورباغه به عنوان روش بهینه‌سازی پیشنهادی برای حل مسئله مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین به منظور بهبود شرایط جستجوی محلی و جلوگیری از همگرایی زودرس الگوریتم از عملگر جهش در کنار مفهوم قبیله‌ها استفاده شده است. به منظور بررسی صحت مطالعات انجام شده، شبکه‌هایی با 69، 70 و 85 شین بعنوان شبکه‌های آزمایشی در نظر گرفته شده‌اند.

کلمات کلیدی

کنترل ولتاژ و توان راکتیو، عدم قطعیت در سیستم‌های قدرت، برنامه‌ریزی تصادفی، الگوریتم بهینه‌سازی قورباغه، تولیدات پراکنده

فهرست مطالب

صفحه

فصل اول: مقدمه

1-1- مقدمه 2

2-1- تولیدات پراکنده 2

3-1- تعریف مسئله 4

4-1- روش‌های حل مسئله 6

5-1- ضرورت حل مسئله 7

فصل دوم: تولیدات پراکنده

2-1- مقدمه 12

2-2- دلایل گسترش تولیدات پراکنده 12

2-3- معرفی تولیدات پراکنده 14

2-4- تعریف تولیدات پراکنده از نظر استانداردهای صنعت برق 21

2-5- تعریف تولیدات پراکنده درکشورهای مختلف.....21

2-6- مدل‌سازی تولیدات پراکنده 23

2-7- معرفی انواع تولیدات راکنده 23

فصل سوم: شبکه‌های توزیع در حضورتولیدات پراکنده

3-1- مقدمه 38

3-2- شبکه‌های توزیع درحضور تولیدات پراکنده.....38

3-3- تاثیر تولیدات پراکنده بر ولتاژ شبکه‌های توزیع 45

فصل چهارم: برنامه‌ریزی تصادفی

4-1- مقدمه 54

4-2- چرا برنامه‌ریزی تصادفی؟..... 54

4-3- فرآیندهای تصادفی 56
4-4- مدل‌های آماری بر مبنای توابع توزیع پیوسته..... 59
4-5- محاسبه مقدار میانگین وانحراف استاندارد برای بارهای مشترکین 62
4-6- مدلسازی تغییرات منابع فراهم آورنده انرژی 63
4-7- روش‌های برنامه ریزی تصادفی 66

فصل پنجم: کنترل روزانه ولتاژ و توان راکتیو

5-1- مقدمه 79
5-2- تعریف و ارائه الگوهای مناسب برای کنترل بهینه روزانه ولتاژ و توان راکتیو درشبکه‌های توزیع.....79
5-3- کنترل بهینه روزانه ولتاژ و توان راکتیو در شبکه‌های توزیع درحضور تولیدات پراکنده 82
5-4- انتخاب روش بهینه سازی.....87
5-5- کاربرد الگوریتم بهینه سازی قورباغه بر روی مسئله کنترل روزانه ولتاژ و توان راکتیو درشبکه‌های توزیع ...92
5-6- نتایج شبیه سازی 95

فصل ششم: نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

6-1- نتیجه‌گیری..... 127
6-2- پیشنهادها جهت ادامه کار 128
ضمیمه.....130
منابع و مآخذ 132

لیست جدول‌ها

جدول 2-1 . تعاریف تولیدات پراکنده بر مبنای مقادیر نامی 16

جدول2-2 . طبقه بندی تولیدات پراکنده بر اساس مقادیر نامی 17

جدول2-3. فناوری‌های به کار رفته در تولیدات پراکنده 18

جدول2-4. عوامل محیطی مرتبط با برخی از تولیدات پراکنده 19

جدول2-5. میزان آلودگی‌های تولیدی توسط تولیدات پراکنده 20

جدول2-6. تعریف تولیدات پراکنده در کشورهای مختلف 22

جدول3-1. بیشینه ظرفیت‌های نمونه برای نصب تولیدات پراکنده 41

جدول3-2. سطح اتصال کوتاه برای انواع مختلف تولیدات پراکنده 42

جدول4-1.معرفی برخی از پرکاربردترین توابع توزیع احتمال 58

جدول4-2. نحوه استفاده از توابع توزیع احتمال 58

جدول3-4. روش‌های مختلف حل مسئله پخش‌بار آماری 74

جدول5-1. اطلاعات مربوط به خازن‌ها و تولیدات پراکنده در شبکه 70 باس بار 96

جدول5-2. اطلاعات آماری مسئله تک هدفه مطالعه موردی اول 97

جدول5-3.نتایج مسئله چند هدفه مطالعه موردی اول 98

جدول5-4. مشخصات خازن‌های شبکه 101

جدول5-5. مشخصات منابع تجدیدپذیر انرژی 102

جدول5-6. ننایج شبیه سازی تک هدفه مطالعه موردی دوم 104

جدول5-7. پاسخ مسئله چند هدفه مطالعه موردی دوم 105

جدول5-8. ولتاژ باس‌های شبکه بعد از بهینه‌سازی 107

جدول5-9. مشخصات خازن‌های نصب شده در شبکه 109

جدول5-10.مشخصات منابع تجدیدپذیر انرژی 109

جدول5-11. نتایج شبیه سازی تک هدفه 110

جدول5-12.متغیرهای کنترلی کمینه تلفات انرژی الکتریکی 112

جدول5-13.متغیرهای کنترلی کمینه انحرافات ولتاژ 112

جدول5-14. متغیرهای کنترلی کمینه آلودگی 114

جدول5-15. متغیرهای کنترلی مسئله چند هدفه 114

جدول5-16. نتایج شبیه سازی تک هدفه 115
جدول5-17. ولتاژ باس‌های شبکه بعد از بهینه سازی 115
جدول5-18. مشخصات منابع تجدید پذیر انرژی 117
جدول5-19. تغییرات پیش بینی شده برای سرعت و توان باد در طول روز بعد 118
جدول5-20. احتمال سناریوها بعد از کاهش تعداد سناریوها 121
جدول5-21. نتایج بهینه سازی تک هدفه 122
جدول5-22. نتایج شبیه سازی چند هدفه 124

لیست شکل‌ها

شکل1-1. ساختار کلی سیستم تجدید ساختار شده با وجود تولیدات پراکنده 3
شکل1-2. نمودار کلی سیستم مدیریت توزیع 4
شکل1-3. نمودار کلی کنترل روزانه ولتاژ و توان راکتیو 5
شکل1-5. کلیات روش حل مسئله بهینه‌سازی مرتبط باسیستم‌های قدرت در حضور منابع همراه با عدم قطعیت . 6
شکل2-1. شمای کلی سیستم‌های قدرت به شکل متداول 13
شکل2-2. ماشین احتراق داخلی 24
شکل 2-3. دو نمای مختلف از توربین احتراق 25
شکل2-4. تابع غیر خطی توان توربین بادی 26
شکل2-5. توربین بادی 27
شکل2-6. میکرو هیدرو 28
شکل2-7. مزرعه ای از سلول‌های خورشیدی 29
شکل2-8. ژنراتور زیست توده 29
شکل2-9. ژنراتور زمین گرمایی 30
شکل2-10. نمای یک میکرو توربین با محفظه محافظ 30
شکل2-11. نمای یک میکرو توربین بدون محفظه محافظ 31
شکل2-12. نمای یک چرخ طیاره 31
شکل2-13. نمای سلول پیل سوختی تبادل قشایی 36
شکل3-1. شبکه توزیع در یک سیستم قدرت معمولی 38
شکل3-2. سیستم توزیع در حضور تولیدات پراکنده 39
شکل3-4. سهم خطای ایجادشده توسط تولیدات پراکنده بر روی سطح اتصال کوتاه 42
شکل3-5. جزیره ای شدن شبکه توزیع 44
شکل3-6. شبکه‌های با دو باس بار 46
شکل3-7. شبکه مورد مطالعه 47
شکل3-8. پروفیل ولتاژ باس‌های شبکه در دو حالت کم باری و بار زیاد بدون تولیدات پراکنده 47
شکل3-9. اتصال تولیدات پراکنده با ظرفیت 300kw 48
شکل3-10. اتصال تولیدات پراکنده با ظرفیت 800kw 48
شکل3-11. تاثیر کاهش تپ بر ولتاژ باس‌ها 49
شکل3-12. تاثیر جذب توان راکتیو توسط تولیدات پراکنده بر روی ولتاژ باس‌ها 50

شکل3-13، تاثیر کنترل کننده‌های ولتاژ بر ولتاژ باس‌های شبکه (تپ1) 50
شکل3-14، تاثیر کنترل کننده ولتاژ بر ولتاژ باس‌های شبکه (تپ1/03)..... 51
شکل3-15، تاثیر کنترل کننده ولتاژ بر ولتاژ باس‌های شبکه (تپ 0/98)..... 51
شکل3-16، تاثیر کاهش مقاومت خطوط شبکه بر ولتاژ باس‌های شبکه..... 52
شکل3-17، تاثیر مدیریت توان اکتیو بر روی ولتاژ باس‌ها..... 52
شکل4-1، تابع توزیع نرمال برای پیش بینی میزان خطا 59
شکل4-2، چند نمونه از توابع توزیع نرمال..... 60
شکل4-3، چند نمونه تابع توزیع بتا 61
شکل4-4، تابع توزیع ویبال(خط پر) به همراه مقادیر تخمین زده شده با تابع نرمال (خط چین) 62
شکل 4-5، رفتار توابع توزیع پیوسته برای تولید سناریو 69
شکل4-6، تشکیل تابع توزیع تجمعی از روی توابع توزیع گسسته 69
شکل4-7،نمونه‌ای از سناریو با احتمال رخداد بسیار کم 71
شکل4-8، فلوچارت پیاده سازی روش $2m+1$ PEM 76
شکل5-1، حل مسئله کنترل ولتاژ و توان راکتیو 79
شکل5-2، کنترل ولتاژ تکمیلی در یک فیدر شبکه..... 81
شکل5-3،T-MSFLA 94
شکل5-4،شبکه با 70 باس بار..... 96
شکل5-5، تغییرات بار در طول روز بعد 97
شکل5-6،روند همگرایی به بهترین پاسخ 99
شکل5-7، ولتاژ باس‌ها بعد از پیاده سازی الگوریتم بهینه سازی 99
شکل5-8، خروجی تولیدات پراکنده در طول روز بعد..... 100
شکل5-9، شبکه 69 باس بار 101
شکل5-10، تغییرات روزانه سرعت وزش باد و میزان تابش خورشید 102
شکل5-11، تغییرات توان و تغییرات قیمت انرژی در طول روز بعد..... 103
شکل5-12، مجموعه ای از پاسخ‌های پرتو بدست آمده مسئله چند هدفه مطالعه موردی دوم..... 108
شکل5-13، شبکه با 85 باس بار..... 109
شکل5-14، تغییرات روزانه بار و توان تولیدی توسط توربین‌های بادی..... 110
شکل5-15، روند همگرایی به بهترین پاسخ 116
شکل5-16، تغییرات روزانه بار و قیمت انرژی اکتریکی 118
شکل 5-17، توابع توزیع گسسته سازی شده نرمال و بتا..... 120

شکل5-18. توابع توزیع مربوط به ولتاژ باس‌های شبکه..... 124

فهرست نشانه های اختصاری

Q_{gi}^{t}: توان تولیدی توسط خازنi ام در tامین بازه زمانی

$Q_{ci}^{\min}$: کمینه مقدار توان تولیدی توسط خازنi ام

$Q_{ci}^{\max}$: کمینه مقدار توان تولیدی توسط خازنi ام

$P_{i_{RES}}^{t}$: توان تولیدی توسط iامین واحد تولید پراکنده در tامین بازه زمانی

$P_{i_{RES}}^{t,\min}$: کمینه مقدار توان تولیدی توسط iامین واحد تولید پراکنده در tامین بازه زمانی

$P_{i_{RES}}^{t,\max}$: بیشینه مقدار توان تولیدی توسط iامین واحد تولید پراکنده در tامین بازه زمانی

$Pf_{i_{RES}}^{t}$: ضریب توان iامین واحد تولید پراکنده در tامین بازه زمانی

$Pf_{i_{RES}}^{\min}$: کمینه مقدار ضریب توان برای iامین واحد تولید پراکنده

$Pf_{i_{RES}}^{\max}$: بیشینه مقدار ضریب توان برای iامین واحد تولید پراکنده

$\left|P_{ij}^{br}\right|^{t}$: توان عبوری از شاخه بین دو باس i و j در tامین بازه زمانی

$P_{ij}^{br,\max}$: بیشینه توان عبوری از شاخه بین دو باس i و j در tامین بازه زمانی

$Tap_{i_{trn}}^{t}$: موقعیت تپ iامین ترانسفورماتور در tامین بازه زمانی

$Tap_{i_{trn}}^{\min}$: پائین‌ترین موقعیت تپ iامین ترانسفورماتور

$Tap_{i_{trn}}^{\max}$: بالاترین موقعیت تپ iامین ترانسفورماتور

$DOT_{i_{trn}}^{trn}$: تعداد دفعات تغییر تپ iامین ترانسفورماتور

$DOT_{i_{trn}}^{trn,\max}$: بیشینه دفعات تغییر تپ iامین ترانسفورماتور

$Pf_{i_{sub}}^{t}$: ضریب توان iامین پست اصلی در tامین بازه زمانی

$Pf_{i_{sub}}^{\min}$: کمینه مقدار ضریب توان برای iامین پست اصلی

$Pf_{i_{sub}}^{\max}$: بیشینه مقدار ضریب توان برای iامین پست اصلی

V_i^{t}: ولتاژ iامین شین شبکه در tامین بازه زمانی

$V_i^{\min}$: کمینه ولتاژ iامین شین شبکه

$V_i^{\max}$: بیشینه ولتاژ iامین شین شبکه

E(.): شاخص محاسبه مقدار میانگین

μ_{zi}: مقدار میانگین

σ_{zi}: مقدار انحراف استاندارد

X_b: بهترین قورباغه در هر دسته

X_w: بدترین قورباغه در هر دسته

X_g: بهترین قورباغه در بین تمامی دسته‌ها

X_m: قورباغه جهش یافته

F: تعداد کل قورباغه‌ها

$f_1 \& f_2$: دو عدد ثابت در محدوده بین صفر و یک

crossover: ثابت تقاطع

$\mathbf{X}_{z1}, \mathbf{X}_{z2}, \mathbf{X}_{z3}, \mathbf{X}_{z4}, \mathbf{X}_{z5}$: بردارهای تصادفی انتخابی از جمعیت

PSO: Particle swarm optimization
MPSO: Modified Particle swarm optimization
GA: Genetic Algorithm
TLBO: Teaching Learning Based Optimization
MTLBO: Modified Teaching Learning Based Optimization
SFLA: Shuffled Frog Leaping Algorithm
TMSFLA: Tribe Modified Shuffled Frog Leaping Algorithm
MSFLA: Modified Shuffled Frog Leaping Algorithm
RES: Renewable Energy Sources
RMV: Reference Membership Value
ULTC: Under Load Transformers Tap Changer

فصل اول

مقدمه

1-1- مقدمه

بهره‌برداری صحیح، ایمن و بهینه از سیستم‌های توزیع به عنوان واسطه میان سیستم‌های انتقال و مصرف کنندگان از اهمیت بالایی برخوردار است. در چند دهه اخیر به دلیل گسترش تولیدات پراکنده[1] در سیستم‌های قدرت و به خصوص شبکه‌های توزیع، مسائل فنی این سیستم‌ها دستخوش تغییرات و دگرگونی‌های عمیقی شده است. این موضوع ضرورت واکاوی و بررسی دقیق‌تر مسائل فنی سیستم‌های توزیع را آشکار می‌سازد. از سوی دیگر وابستگی مسائل یاد شده به متغیرهای طبیعی و رفتارهای انسان به عنوان مصرف کننده انرژی الکتریکی بر پیچیدگی مسائل فنی سیستم‌های توزیع انرژی الکتریکی می‌افزاید. این موضوع ما را بر آن داشت که در یک تحقیق جامع به بررسی مدیریت بهینه بهره‌برداری از سیستم‌های توزیع در حضور تولیدات پراکنده و با در نظر گرفتن برخی از مهم‌ترین عدم قطعیت‌های مرتبط با این سیستم‌ها بپردازیم.

1-2- تولیدات پراکنده

طی چند دهه اخیر، مدیریت و مالکیت صنعت برق دستخوش تغییرات اساسی گردیده است. این تغییرات عمدتاً با هدف افزایش بازده بهره‌برداری و تشویق سرمایه‌گذاران در صنعت برق بوده است. تمایل به ایجاد فضای رقابتی مناسب، موجب تفکیک بخش‌های مختلف آن از جمله تولید، انتقال و توزیع شده است. این تحولات از یک سو و عواملی همچون آلودگی محیط زیست، مشکلات احداث خطوط انتقال جدید و پیشرفت فناوری در زمینه احداث واحدهای تولیدی کوچک و با صرفه از سوی دیگر، باعث افزایش استفاده از واحدهای تولیدی کوچک تحت عنوان «تولیدات پراکنده» گردیده است. از آنجا که این تولیدات به راحتی در محل‌های مصرف انرژی نصب می‌شوند، علاوه بر آزادسازی ظرفیت‌های خطوط انتقال، نیاز به احداث خطوط انتقال جدید را مرتفع می‌نمایند و همین امر باعث استقبال بهره‌برداران سیستم‌های قدرت از این واحدهای کوچک تولید انرژی شده است. از جمله این تولیدات می‌توان به توربین‌های بادی، پیل‌های سوختی، فتوولتائیک، میکروتوربین‌ها، واحدهای آبی کوچک، چرخ طیاره و زیست توده اشاره کرد [1-7].

در کنار ویژگی‌هایی که هر یک از تولیدات پراکنده به صورت خاص دارند، به عنوان مثال نرخ آلودگی تولیدی، هزینه‌های نصب و راه‌اندازی، سرعت پاسخگویی به تغییرات شبکه و...، ویژگی‌های زیر را می‌توان به عنوان مزایای عام تولیدات پراکنده ارائه کرد:

- نزدیکی آن‌ها به مصرف کننده و در نتیجه کاهش هزینه‌های انتقال، توزیع و تلفات انرژی الکتریکی
- امکان نصب در نقاط مختلف سیستم و نداشتن مشکلات واحدهای بزرگ در زمینه محل نصب
- زمان نصب کوتاه‌تر و امکان برنامه‌ریزی اقتصادی‌تر
- کمک به حفظ محیط زیست از جمله آلودگی صوتی و زیست محیطی کمتر با توجه به فن‌آوری پیشرفته‌تر
- چندسوختی بودن یا بعبارت دیگر انعطاف‌پذیری بیشتر درنوع سوخت
- کیفیت و قابلیت اطمینان بیشتر نسبت به تولید برق در مقیاس‌های بزرگ‌تر به خاطر ضریب آمادگی بالاتر

[1]Distributed Generation (DG) units

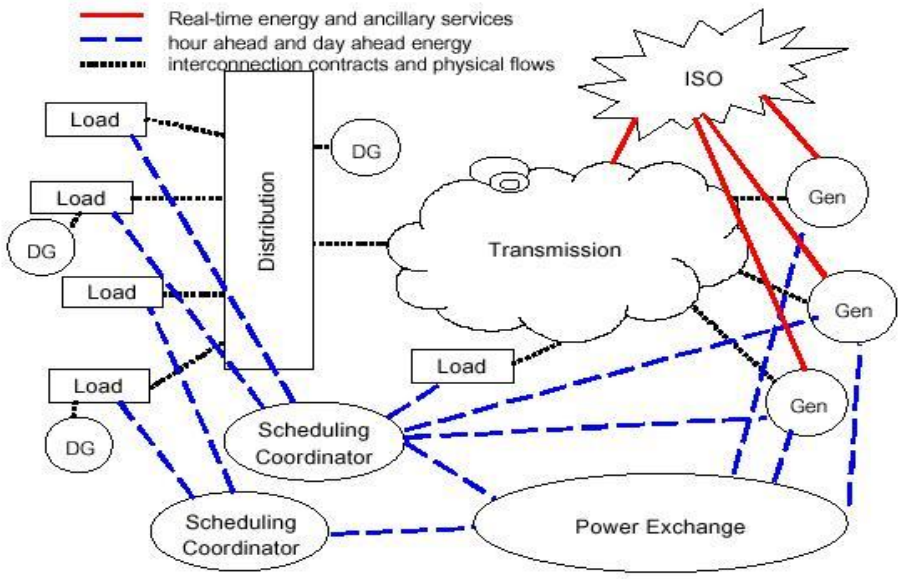
- بازدهی بالاتر بخاطر استفاده مفید از گرمای حاصل از احتراق سوخت
- امکان نصب مدولار

به طور کلی، صرف نظر از ویژگی‌های تولیدات پراکنده، عوامل زیر را می‌توان دلایل اصلی گسترش تولیدات پراکنده در سیستم‌های قدرت دانست[3-6]:

- تجدید ساختار در صنعت برق که موجب ایجاد رقابت در خرید و فروش انرژی الکتریکی شده است.
- امکان استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت واحدهای کوچک. لازم به ذکر است که در سال‌های گذشته استفاده از این سوخت برای تولید برق غیر قانونی بود.
- پیشرفت فن‌آوری ساخت ژنراتورهای کوچک و به صرفه بودن ساخت آن‌ها در مقایسه با واحدهای بزرگ‌تر.
- مسایل زیست محیطی
- افزایش تقاضا و قیمت برق

موارد یاد شده دلایل گسترش تولیدات پراکنده در سیستم‌های قدرت می‌باشد.

شکل (1-1) ساختار کلی سیستم قدرت تجدید ساختار شده با وجود تولیدات پراکنده را نشان می‌دهد.

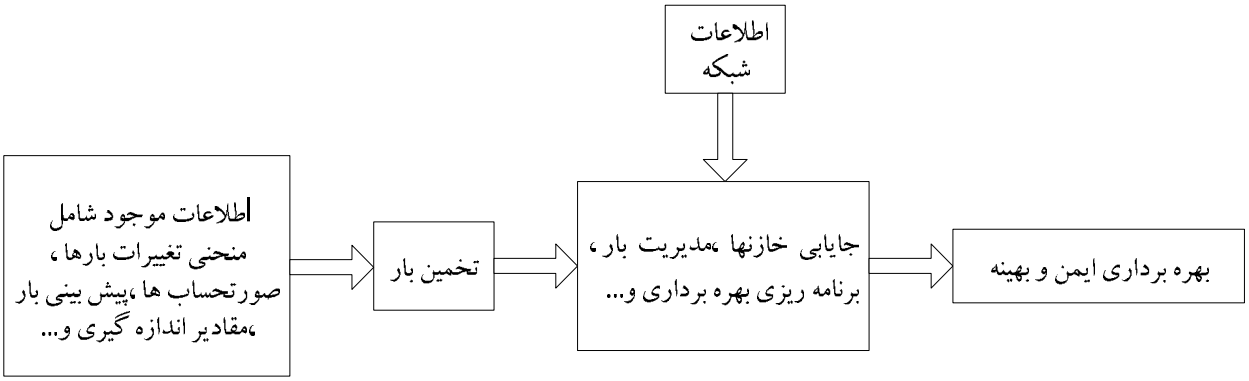


شکل1-1: ساختار کلی سیستم تجدید ساختار شده با وجود تولیدات پراکنده

در مورد تولیدات پراکنده، حرکت به سمت استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی[2] به عنوان منابع تولید انرژی اولیه به وضوح قابل مشاهده است [8]. در این میان توربین‌های بادی به دلیل بازده بالا، نرخ تولید آلودگی برابر صفر و توانایی تولید انرژی در اندازه‌های بالا، پرکاربردترین تولیدات پراکنده بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد.

1-3- تعریف مسئله

با توجه به مطالب ذکر شده درباره اتصال تولیدات پراکنده به شبکه‌های توزیع، بدیهی است که بخش عمده‌ای از برنامه‌ها و مطالعات مربوط به این شبکه‌ها باید مورد بازنگری مجدد قرار گیرد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها سیستم‌های مدیریت توزیع می‌باشد. در ادامه وظایف سیستم‌های مدیریت توزیع معرفی می‌گردد. شکل (1-2) نمودار کلی این سیستم را نشان می‌دهد.



شکل1-2: نمودار کلی سیستم مدیریت توزیع

همانطور که در شکل بالا دیده می‌شود یکی از وظایف مهم سیستم مدیریت توزیع، برنامه‌ریزی بهره‌برداری است.

برنامه‌ریزی بهره‌برداری شبکه‌های توزیع از نظر زمانی به دو دسته تقسیم می‌شود:

- مدیریت برنامه‌ریزی روزانه
- مونیتورینگ و مدیریت بهینه بهره‌برداری همزمان

مدیریت برنامه‌ریزی روزانه شامل دو دسته فعالیت‌های زیر می‌باشد:

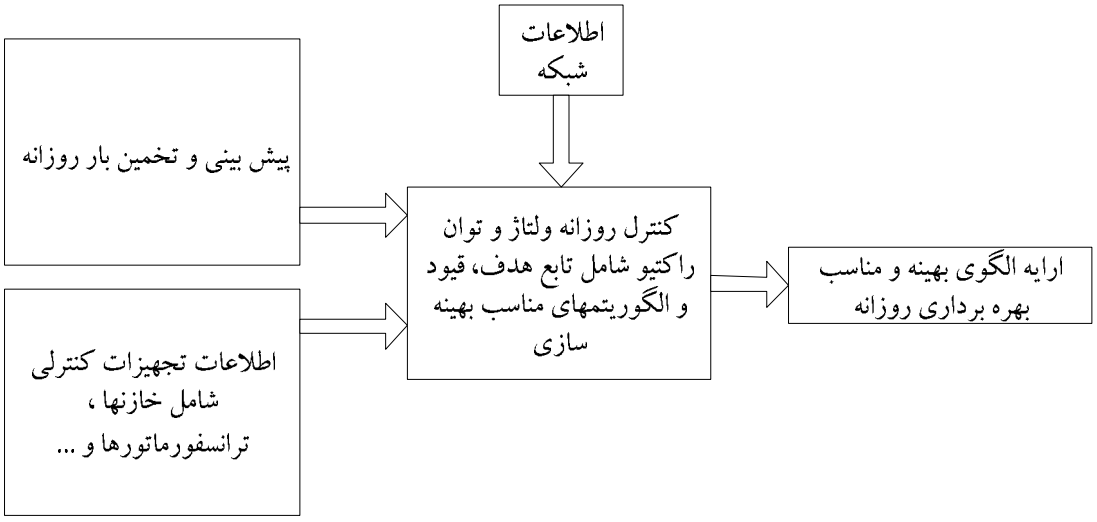
- تجدیدآرایش در فیدرهای توزیع
- کنترل ولتاژ و توان راکتیو

این وظایف به طور خلاصه به صورت زیر بیان می‌شوند:

تجدید آرایش فیدرها[3] به باز بست کلیدها جهت بهبود عملکرد سیستم در حالت عادی و همچنین بازیابی سیستم بعد از وقوع خاموشی اطلاق می‌شود. لازم به ذکر است که دوره برنامه‌ریزی تجدید آرایش در شبکه‌های توزیع می تواند هفتگی یا ماهیانه باشد؛ که بستگی به شرایط بارگذاری سیستم و وضعیت خطوط توزیع و کلیدها

[2]Renewable Energy Sources (RES)
[3]Feeder reconfiguration

دارد[9].



شکل1-3: نمودار کلی کنترل روزانه ولتاژ و توان راکتیو

کنترل ولتاژ و توان راکتیو[4] به منظور ایجاد هماهنگی و بهره‌برداری مناسب از ترانسفورماتورهای با قابلیت تغییر تپ زیر بارو منابع تولید توان راکتیو انجام می‌گیرد. این مسئله با هدف مسطح کردن پروفیل ولتاژ در طول تمامی فیدرها و کاهش توان راکتیو عبوری از پست اصلی (بهبود ضریب توان پست اصلی) به عنوان اهداف اصلی و کمینه کردن اهداف از پیش تعیین شده به عنوان اهداف ثانویه صورت می‌پذیرد [11]. شکل(1-3) مراحل انجام این مسئله را به صورت کلی نشان می‌دهد.

مونیتورینگ و مدیریت بهینه بهره‌برداری همزمان از سیستم‌های توزیع، شامل استفاده بهینه از کلیه تجهیزات موجود در زمینه تولید توان اکتیو و راکتیو و تجهیزات کنترلی می‌شود که اولاً دارای کمترین هزینه باشند و ثانیا کلیه قیود فنی و فیزیکی شبکه رعایت گردند. شکل (1-4) نمودار کلی این مسئله را نشان می‌دهد.

دقت در شکل‌های بالا نشان می‌دهد که انجام کلیه امور مربوط به مدیریت سیستم‌های توزیع نیازمند اطلاعات شبکه می‌باشد. این اطلاعات را می‌توان در سه دسته کلی جای داد.

- اطلاعات مربوط به شبکه توزیع، شامل تعداد شین‌ها و مقادیر بار اکتیو و راکتیو روی آن‌ها، تعداد خطوط و مقادیر امپدانس و راکتانس آن‌ها، اطلاعات مربوط به میزان مصرف بار در زمان‌های مختلف.
- اطلاعات مربوط به منابع تولید توان‌های اکتیو و راکتیو، شامل تعداد خازن‌ها، محل نصب آن‌ها و ظرفیت آن‌ها، تعداد تولیدات پراکنده، محل نصب و ظرفیت توان تولیدی آن‌ها.

[4]Volt/VAr Control (VVC)