

مدیریت بار مبتنی بر عامل برای میکروگرید

چکیده: نفوذ بالای تولید پراکنده منجر به افزایش اهمیت در نظر گرفتن روند جدید شبکه های هوشمند برای تقسیم شبکه به مناطق میکروگرید هوشمند و تسهیل بهره برداری از آن با استفاده از طرح کنترل توزیعی غیر متمرکز شده است. در این مقاله، یک مدل میکروگرید عملی طراحی و با استفاده از MATLAB/SIMULINK شبیه سازی شده است. پلاتفرم JADE (چارچوب توسعه عامل جاوا) برای طراحی یک سیستم کنترل مبتنی بر عامل طراحی شده است که از یک الگوریتم خاص برای کنترل هر دو بار و واحد تامین با روشن و خاموش کردن بریکر ها بر طبق معیار های اطمینان پذیری خاص استفاده می کند. شبیه سازی سناریو های روزانه برای تایید کارایی سیستم کنترل تست شده اند.

کلمات کلیدی: میکروگرید، سیستم فتوولتاییک، سیستم چند عاملی، متلب، تابع S

1-مقدمه

افزایش تقاضای شبکه برق موجب شده است تا وابستگی به واحد های تولید مرکزی بزرگ به دلیل هزینه و تلفات در خطوط انتقالی عملی نباشد. با توجه به چالش های پیش روی شبکه در حال حاضر، تولید پراکنده به عنوان فرصتی برای تسهیل برنامه ریزی، مدیریت و امنیت شبکه توزیع (1) در نظر گرفته شده است. مفهوم میکروگرید خوشه های بار و میکرو سورس ها را به صورت یک سیستم قابل کنترل در نظر میگیرد که برق و گرما به منطقه محلی ارائه می کند. MG دسته ای از منابع انرژی توزیع شده و بار قابل کنترل متصل به شبکه از طریق نقطه مشترک بوده و تولید شبکه می کند. تقسیم شبکه قدرت به MG سربار کنترل شبکه را از واحد کنترل مرکزی کاهش می یابد و از این روی هر MG می تواند موجب کاهش تقاضای پیک با تغییر بار با تولید بار می شود و به این ترتیب منجر به کاهش هزینه تولید مرکزی در محدوده ذخایر می شود.

فناوری عامل موضوع تحقیقات در جامعه علمی برای سال های مختلف است با این حال به طور گسترده ای در زمینه های تجاری مورد استفاده قرار گرفته است. سیستم های چند عاملی به طور گسترده ای در زمینه های مختلف استفاده می شوند و از این روی از سیستم های کوچک برای کمک به سیستم های پیچیده برای کاربرد های صنعتی استفاده می کند. مثال هایی از حوزه های صنعتی شامل سیستم های چند عاملی می باشد که در

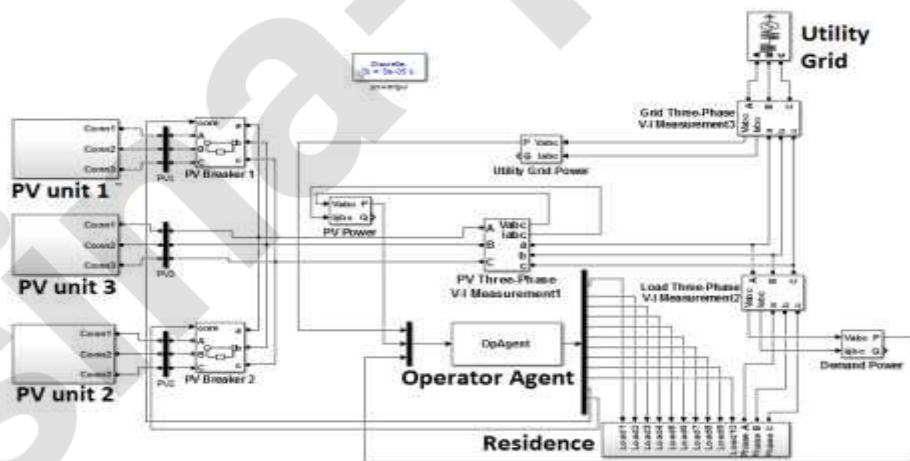
بر گیرنده کنترل فرایند، تشخیص سیستم، تولید، لجستیک تولید و مدیریت شبکه است. یک عامل را می توان به صورت نرم افزاری تعریف کرد اهداف خاصی را دنبال کرده و تلاش می کند تا به قابلیت های آن برسد. برنامه نویسی مبتنی بر عامل یک نسخه ای از اشکال خاص شی می باشد که می تواند استفاده شود.

امروزه، کنترل مبتنی بر عامل هوشمند یک روش موثر برای پایش و کنترل عملیات و بهره برداری سیستم در شرایط مختلف است. در منبع 8 و 9، محقق به بررسی معیار های سیستم چند عاملی در زمینه های تولید برق پرداخته است. طراحی و پیاده سازی سیستم های چند عاملی در میکرو گرید با استفاده از پلاتفرم JADE در (10) نشان داده شده است. معماری MAS با استفاده از TCP/IP در 11-12-13 پیشنهاد شده است.

در این مقاله، پلاتفرم JADE (چارچوب توسعه عامل جاوا) برای طراحی یک سیستم کنترل مبتنی بر عامل طراحی شده است که از یک الگوریتم خاص برای کنترل هر دو بار و واحد تامین با روشن و خاموش کردن بریکر ها بر طبق معیار های اطمینان پذیری خاص استفاده می کند. شبیه سازی سناریو های روزانه برای تایید کارایی سیستم کنترل تست شده اند

2- طراحی میکروگرید

میکروگرید دارای یک تولید پراکنده برای تامین بار محلی است. الکابنیا، که بخشی از منطقه شامبات در خارطوم سودان است، به عنوان منطقه انتخاب شده برای طراحی MG در نظر گرفته شده است زیرا دارای یک پروفیل بار کمی است که به طور مستقل از شبکه ملی عمل می کند. MG در شکل 1 متصل به شبکه تاسیسات در SIMULINK نشان داده شده است.



شکل 1: مدل میکروگرید در MATLAB/SIMULINK

مدل سیستم متشکل از بخش های زیر است.

- تولید پراکنده، این بخش از سیستم تنها متشکل از مزارع فتولتاییک است. تولید خورشیدی مناسب ترین و کارآمد ترین منبع انرژی تجدید پذیر برای سودان است.
- بار مسکونی، این بخش از بار نشان دهنده فیدر شامبات است
- مرکز کنترل، این بخش نشان دهنده یک عامل اپراتور است که قادر به کنترل بار و دو واحد PV قابل کنترل بوده و یک عامل فیزیکی است.
- شبکه تاسیسات، این بخشی از بقیه شبکه ملی است

زیر سیستم PV

MATLAB دارای یک بلوک ارایه PV ارایه ای از ماژول های فتولتاییک است. این ارایه متشکل از ماژول های موجود در هر رشته موازی است که متشکل از ماژول های متصل در سری ها است. هر واحد PV تولید 728 کیلووات بر طبق مراحل زیر است

- 1- تقاضای توان تعیین می شود
- 2- وات ساعت تقاضای کل در هر روز برای هر واحد در 1.3 ضرب می شود
- 3- چون مقدار وات اوج تولید شده بستگی به اب وهوا دارد، وات ساعت کل در هر روز از واحد های PV بر مقدار کل وات مورد نیاز تقسیم می شود.
- 4- تولید توان مورد نیاز بر خروجی ماژول PV مورد استفاده تقسیم می شود. بخش مربوط به این نتیجه می تواند تعداد کل ماژول های مورد نیاز PV را ارایه کند

$$\eta = \beta \times 1.3 / (\chi \times \rho) \quad (1)$$

$$\eta_s = V_{dc} / V_{mpp} \quad (2)$$

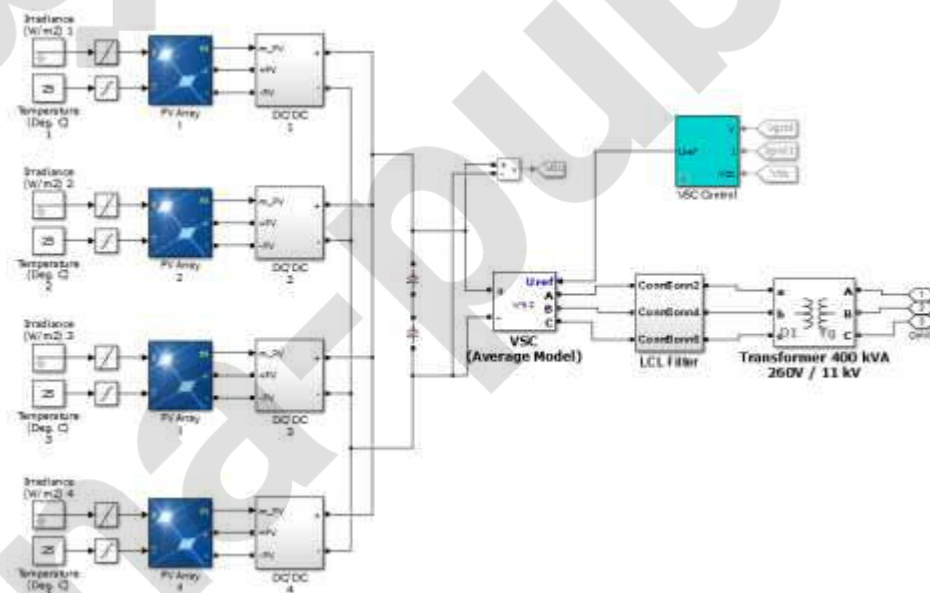
$$\eta_p = \eta / \eta_s \quad (3)$$

ساختار داخلی زیر سیستم ها در شکل 2 نشان داده شده است. اینورتر و مبدل DC-DC با کنترل گر مستقیماً از 400 PV MATLAB کیلوواتی برای ارایه یک خروجی برق به میکروگرید گرفته شده است. تضعیف فیلتر LCL برابر با 60 دسی بل در ده فرکانس بالای فرکانس روزنانت می باشد و از این روی این موجب کاهش فرکانس سویچینگ برای مبدل می شود. این خود یک جدا سازی بهتر را برای فیلتر و امپدانس شبکه ارایه میکند. از این روی فیلتر LCL در این سیستم قرار می گیرد. فرکانس فیلتر LCL را می توان با فرمول زیر محاسبه کرد

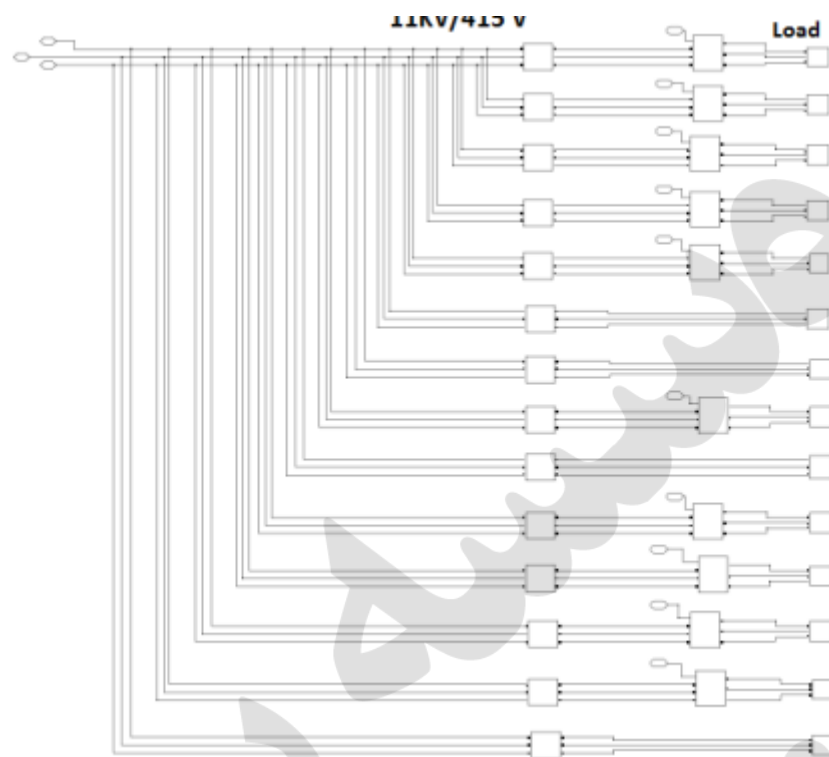
$$f = \frac{1}{2\pi} \times \sqrt{\frac{Lg \times Li}{Li \times Lg \times Cf}} \quad (4)$$

که F نشان دهنده فرکانس رزونانس است، Lg نشان دهنده القاگر طرف شبکه و Li نشان دهنده القا گر مبدل شبکه و Cf نشان دهنده خازن فیلتر است. این اجزای فیلتر بر طبق مراحل زیر طراحی شدند
ب: بار مسکونی

داده های بار فیدر از مرکز تحقیقات شامبات گرفته شد. داده ها نشان دهنده مبدل های متصل به فیدر هستند.



شکل 2: زیر سیستم فتوولتاییک



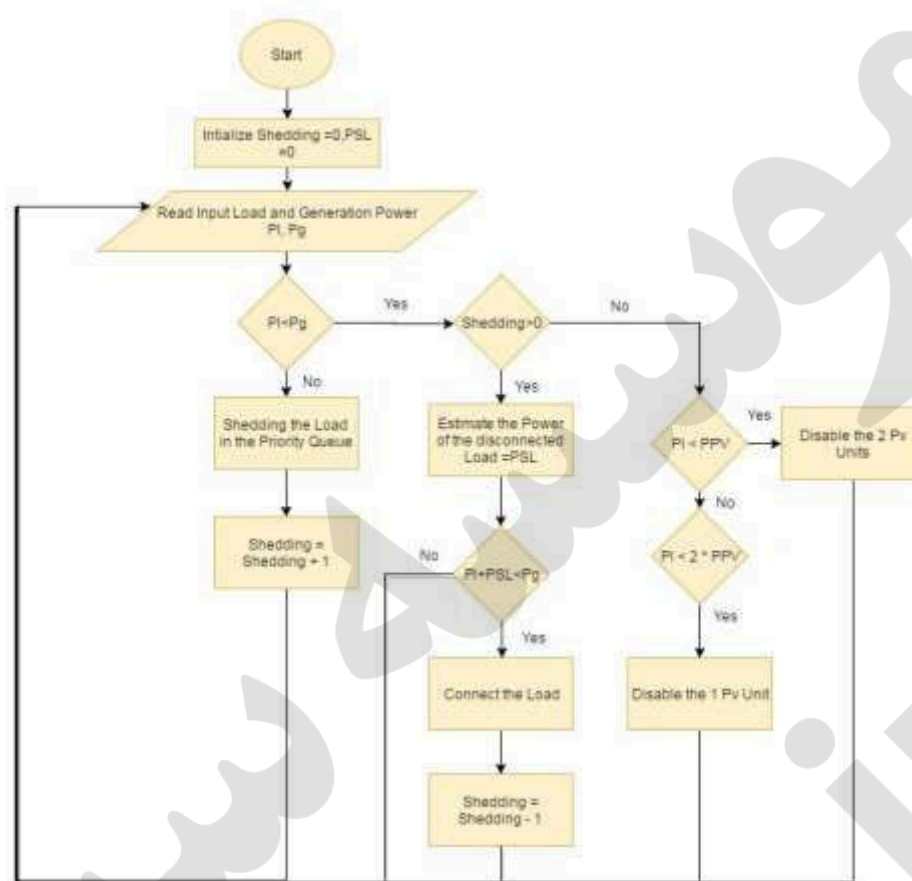
شکل 3: ساختار بار مسکونی

این داده ها در Simulink با استفاده از بار سه فاز با مبدل 11 کیلووات برای تبدیل ولتاژ به سطح توزیع 415 مدل سازی شده است. شکل 3 ساختار درونی بلوک مسکونی را نشان می دهد. چهار از از پانزده بار فاقد مدار شکن هستند زیرا این بار ها، بار های ضروری هستند و نمی توانند با کنترل سویچ شوند.

طراحی عامل

عامل بر اساس چارچوب توسعه عامل جاوا طراحی شده است که برای طراحی کنترل غیر متمرکز با معرفی چندین عامل با هدف خاص مناسب است. عامل اپراتور یک الگوریتم ساده برای بار برای پیشگیری از سربار تولید و تحت شرایط ولتاژ است. عامل قادر به اندازه گیری قدرت تولید می باشد. در صورتی که توان تقاضا بزرگ تر باشد، بار بر طبق اولویت توزیع میشود. شکل 4 الگوریتم عامل را نشان می دهد. این عامل دارای ویژگی های بسیار و پروتوکل ها و رفتار های زیادی به دلیل سادگی الگوریتم می باشد.

در شکل 4، پراکنش بار را برای بار جدا شده نشان می دهد که بیانگر توان زیر سیستم PV بوده و PSL بیانگر قدرت برآورد شده بار منفصل است.



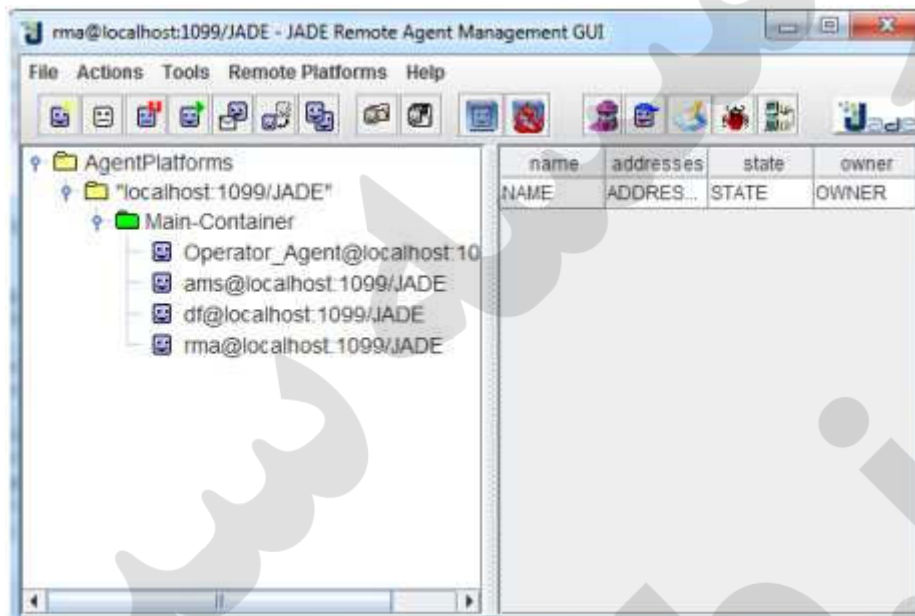
شکل 4: الگوریتم عامل

4- اتصال TCP-IP

مدل سیمولینک بیانگر یک شبکه فیزیکی واقعی، JADE بیانگر مرکز اپراتور بار بوده و نقطه اتصال بین این دو بخش به صورت خط ارتباط شبکه در نظر گرفته میشود. سوکت برای اتصال دو بخش استفاده می شود و سیمولینک بیانگر سمت کلاینت است که توان بار را ارسال کرده و JADE نشان دهنده سمت سرور است که برق را دریافت کرده و آنرا بازپخش میکند. از این روی بار شکن ها برای شرایط خاص و وضعیت دو واحد PV قابل کنترل مطلوب است.

JADE، سوکت سرور جاوا را برای برقراری ارتباط با کلاینت از طریق بخش خاص پیاده سازی می کند. متلب قادر به پیاده سازی TCP برای برقراری ارتباط است. فناوری عامل موضوع تحقیقات در جامعه علمی برای سال های مختلف است با این حال به طور گسترده ای در زمینه های تجاری مورد استفاده قرار گرفته است. سیستم های چند عاملی به طور گسترده ای در زمینه های مختلف استفاده می شوند و از این روی از سیستم های کوچک برای کمک به سیستم های پیچیده برای کاربرد های صنعتی استفاده می کند. مثال هایی از حوزه های

صنعتی شامل سیستم های چند عاملی می باشد که در بر گیرنده کنترل فرایند، تشخیص سیستم ، تولید، لجستیک تولید و مدیریت شبکه است. یک عامل را می توان به صورت نرم افزاری تعریف کرد اهداف خاصی را دنبال کرده و تلاش می کند تا به قابلیت های آن برسد. برنامه نویسی مبتنی بر عامل یک نسخه ای از اشکال خاص شی می باشد که می تواند استفاده شود.



شکل 5: JADE GUI

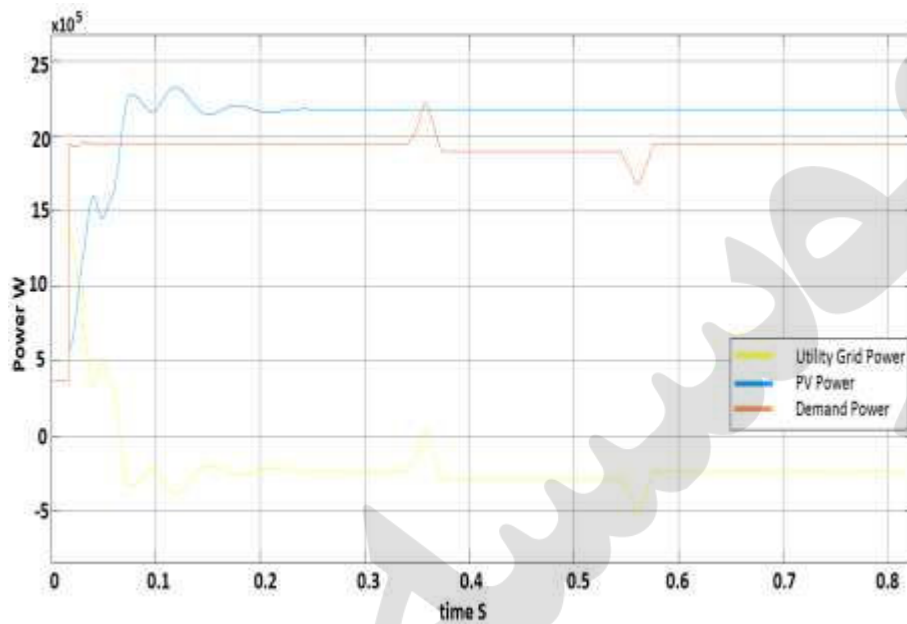
در مرحله اولیهدف ارتباط با JADE تثبیت شده و در هر به روز رسانی داده ها ارسال می شود. البته JADE برای اجرای اولین مورد قبل از ترکیب مدل سیمولینک و پیاده سازی شبیه سازی استفاده می شود.

تست

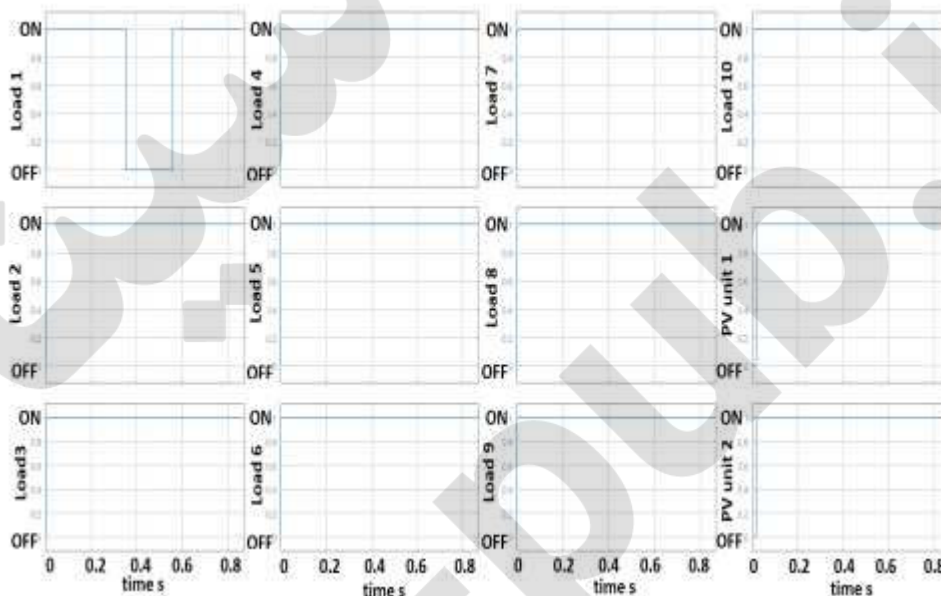
دو سناریوی آزمایشی برای ارزیابی عملکرد عامل استفاده شده است. سطح ولتاژ، سطح مدار شکن، تقاضای بار، قدرت خروجی از واحد های PV و توان خروجی از شبکه تاسیسات برای هر سناریو نشان داده شده است. اولین سناریو، توانایی عامل را تحت یکسطح نشان می دهد. سناریوی دوم توانایی عامل را برای تشخیص شرایط ارایه می کند.

1- سناریوی نرمال و قطع بار

این سناریو از پروفیل بار طبیعی در منطقه انتخاب شده پیروی می کند. در ابتدا تقاضا در 1.9 مگاوات شروع شده و پس از مدتی به مقدار اوج 2.6 مگاوات رسیده و 2.18 مگاوات برای حفظ توان استفاده می شود.

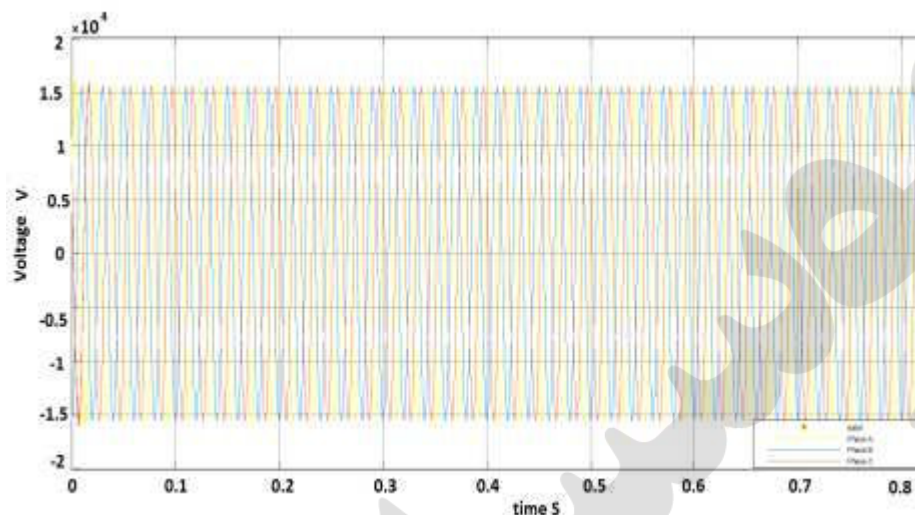


شکل 6: نمودار قدرت اندازه گیری شده در سناریوی 1



شکل 7: نمودار مدارها در سناریوی 1

همان طور که در شکل 6 نشان داده شده است، واحدهای PV دارای حالت گذار کوتاه تنها به مدت 0.2 ثانیه بوده و سپس دارای یک قدرت خروجی ثابت علی رغم تغییر در بار است که توان خروجی شبکه تاسیسات با توان بار تغییر می کند. در ابتدا، شرایط طبیعی بوده و عامل تغییر نمی کند. سپس وقتی که بار با مقدار مناسب کاهش می یابد، عامل متصل به باری می شود که بدون افزایش از استانه برق است.



شکل 8: نمودار سطح ولتاژ در طی سناریو

```
<terminated> Start [Java Application] C:\Program Files\Java\jre1.8.0_74\bin\javaw.exe
The Demand Power = 1946904.9937
Power Exported to the grid = 232853.7021
Power Generated from the PV = 2179758.6958
B1:on B2:on B3:on B4:on B5:on B6:on B7:on B8:on B9:on B10:on PV Unit 1:on PV Unit 2:on
The Demand Power = 1946864.9405
Power Exported to the grid = 232892.4338
Power Generated from the PV = 2179757.3743
B1:on B2:on B3:on B4:on B5:on B6:on B7:on B8:on B9:on B10:on PV Unit 1:on PV Unit 2:on
The Demand Power = 1946824.0682
Power Exported to the grid = 232932.1752
Power Generated from the PV = 2179756.2434
B1:on B2:on B3:on B4:on B5:on B6:on B7:on B8:on B9:on B10:on PV Unit 1:on PV Unit 2:on
The Demand Power = 1946782.4176
Power Exported to the grid = 232972.8889
Power Generated from the PV = 2179755.3065
B1:on B2:on B3:on B4:on B5:on B6:on B7:on B8:on B9:on B10:on PV Unit 1:on PV Unit 2:on
```

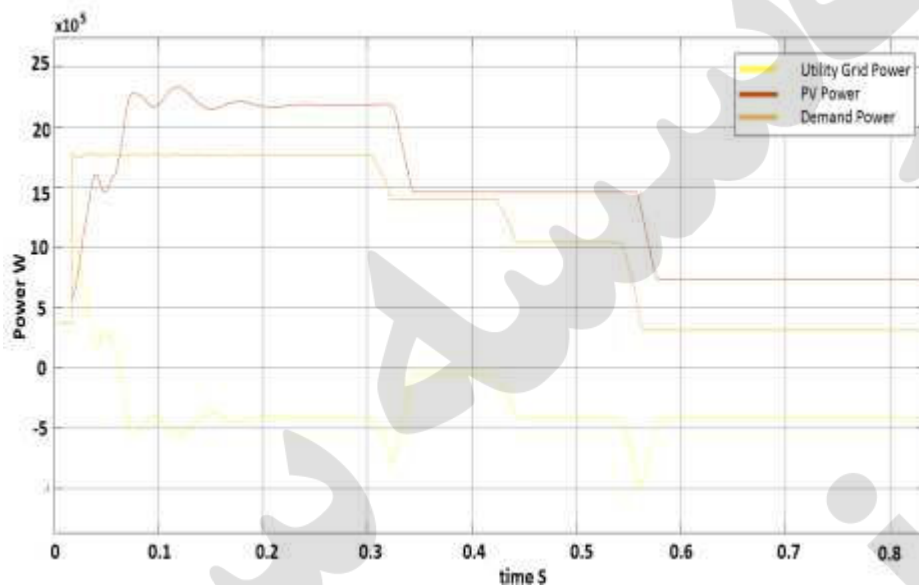
شکل 9: اندازه گیری عامل و خروجی در طی سناریو 1

سطح ولتاژ پایدار در شکل 8 نشان می دهد که بهره برداری از عامل ایمن بوده و تاثیری بر پایداری سیستم ندارد. همان طور که در شکل 9 نشان داده شده است عامل نشان دهنده قدرت اندازه گیری بوده و این که آیا توان از میکروگرید به شبکه تاسیسات انتقال داده می شود.

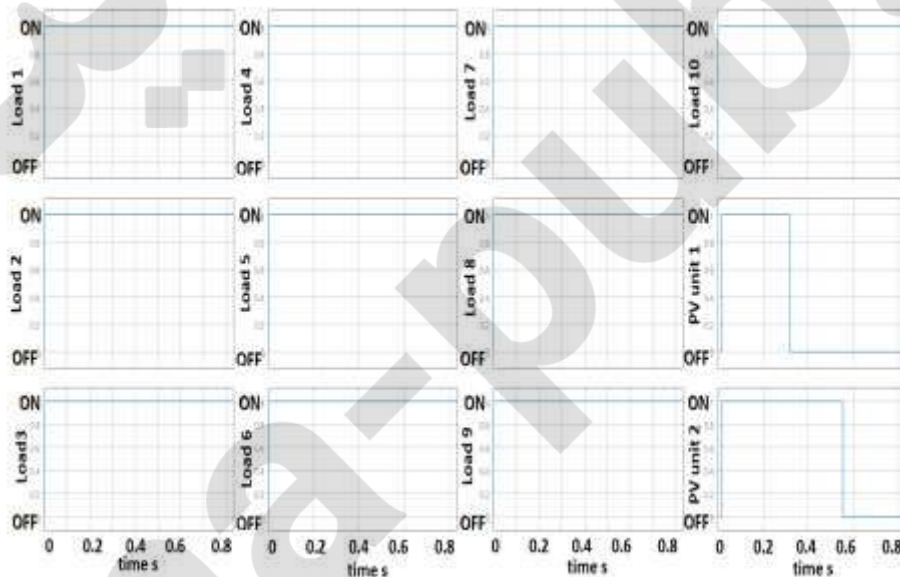
کنترل واحد های PV

این سناریو به ازمون توانایی کنترل دو واحد PV قابل کنترل در زمانی می پردازد که در آن بار بسیار پایین است. در ابتدا، بار 1.7 میلی وات بوده و سپس کاهش می یابد.

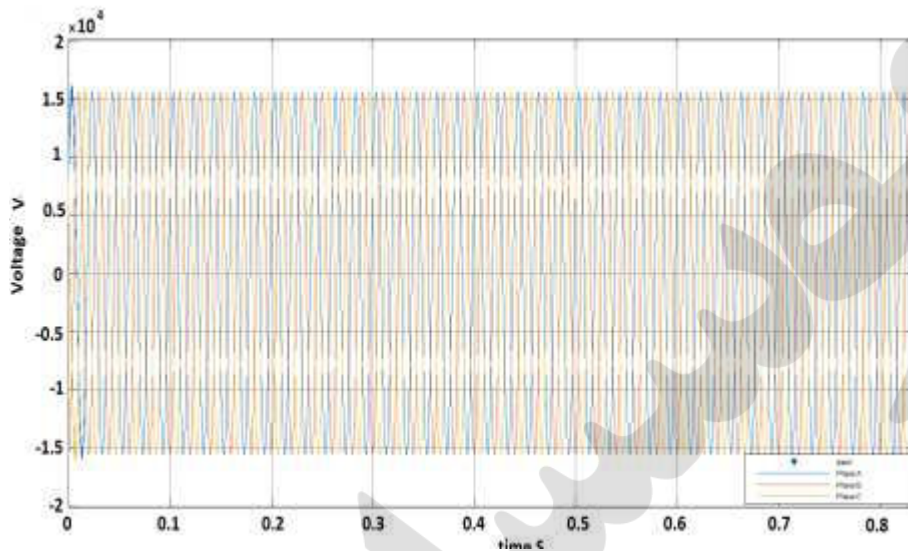
همانطور که در شکل 10 و 11 نشان داده شده است عامل قادر به بررسی وضعیت اولین قطع برای شروع کنترل واحد های PV است و وقتی که تقاضا کم تر از یک واحد باشد سیگنال ولتاژ نشان می دهد که سیکنال ولتاژ بیانگر عملیات پایدار است.



شکل 10 نمودار قدرت اندازه گیری شده در طی سناریو 2



شکل 11: نمودار وضعیت مدار شکن در طی سناریوی 2



شکل 2: نمودار سطح ولتاژ در طی سناریوی 2

```

<terminated> Start [Java Application] C:\Program Files\Java\jre1.8.0_74\bin\javaw.exe
B1:on B2:on B3:on B4:on B5:on B6:on B7:on B8:on B9:on B10:on PV Unit 1:off PV Unit 2:off
The Demand Power = 309541.3912
Power Exported to the grid = 417331.2228
Power Generated from the PV = 726872.614
B1:on B2:on B3:on B4:on B5:on B6:on B7:on B8:on B9:on B10:on PV Unit 1:off PV Unit 2:off
The Demand Power = 309531.6502
Power Exported to the grid = 417340.3478
Power Generated from the PV = 726871.9979
B1:on B2:on B3:on B4:on B5:on B6:on B7:on B8:on B9:on B10:on PV Unit 1:off PV Unit 2:off
The Demand Power = 309522.1392
Power Exported to the grid = 417349.2781
Power Generated from the PV = 726871.4174
B1:on B2:on B3:on B4:on B5:on B6:on B7:on B8:on B9:on B10:on PV Unit 1:off PV Unit 2:off
The Demand Power = 309512.8675
Power Exported to the grid = 417358.0049
Power Generated from the PV = 726870.8724
B1:on B2:on B3:on B4:on B5:on B6:on B7:on B8:on B9:on B10:on PV Unit 1:off PV Unit 2:off

```

شکل 13: اندازه گیری عامل و خروجی در طی سناریوی 2

نتیجه گیری و کار های آینده

میکروگرید یک کلیدی برای طراحی شبکه هوشمند آینده است. مدل پیشنهادی برای میکروگرید با استفاده از داده های بار واقعی در خارطوم طراحی شده است. نفوذ بالای تولید پراکنده منجر به افزایش اهمیت در نظر گرفتن روند جدید شبکه های هوشمند برای تقسیم شبکه به مناطق میکروگرید هوشمند و تسهیل بهره برداری از آن با استفاده از طرح کنترل توزیعی غیر متمرکز شده است. در این مقاله، یک مدل میکروگرید عملی طراحی و با استفاده از MATLAB/SIMULINK شبیه سازی شده است. پلاتفرم JADE (چارچوب توسعه عامل جاوا) برای طراحی یک سیستم کنترل مبتنی بر عامل طراحی شده است که از یک الگوریتم خاص برای کنترل هر دو

بار و واحد تامین با روشن و خاموش کردن بریکر ها بر طبق معیار های اطمینان پذیری خاص استفاده می کند. شبیه سازی سناریو های روزانه برای تایید کارایی سیستم کنترل تست شده اند. مطالعات آینده بایستی به دنبال بررسی مدل سازی میکروگرید باشند و در بر گیرنده جزئیات طراحی به عنوان امپدانس طراحی از تغذیه کننده به بار ها و شبیه سازی امپدانس و واریانس دما در منطقه انتخاب شده است. سیستم چند عاملی یک روش قوی در زمانی است به خصوص زمانی که چندین عامل در تصمیم گیری وجود دارند و به این ترتیب استفاده از عوامل اختصاصی برای کنترل برق موجب افزایش عملکرد سیستم و بهینه سازی تولید می شود. از این روی استفاده از الگوریتم پیشنهادی برای کنترل کوچک مقیاس برای قرار گیری مدیریت طرف عرضه بین عوامل مختلف استفاده می شوند. هدف مطالعات آینده بررسی الگوریتم قطع بار عامل می باشد.