



مرکز ملی هوشمندسازی شبکه‌های برق و ساختمان‌های هوشمند



# برنامه شبیه‌سازی منبع تغذیه هوشمند اضطراری

## ۱- مقدمه:

تعیین اولویت‌ها و سیاست‌ها برای اجرای برنامه مدیریت انرژی در یک خانه هوشمند که از مشارکت یک واحد ذخیره‌ساز و تولیدکننده پشتیبان انرژی الکتریکی (UPS) بهره می‌برد، امری ضروری است. در انتخاب سناریوها و برنامه‌های مدیریت انرژی، سلیقه افراد بسیار تأثیرگذار است به همین دلیل تصمیم گرفته شده است تا چارچوب و مفروضات مسئله از طریق مسؤلان برگزار می‌شود تا گروه‌های محترم شرکت کننده در یک بستر (پلتفرم) مشترک، ایده‌های خود را در راستای بهبود مصرف انرژی و هم‌چنین در تأمین بخشی از بارهای خانه هوشمند در هنگام قطعی برق شبکه عنوان کنند؛ بنابراین، با توجه به موارد بیان شده، از گروه‌های محترم تقاضا می‌شود الگوریتم‌ها و برنامه‌های مدیریت انرژی پیشنهادی خود را فقط در سیستم در نظر گرفته شده در نرم‌افزار متلب/ سیمولینک شبیه‌سازی کنند.

سیستم در نظر گرفته شده در شکل صفحه بعد نشان داده شده است که بررسی بخش‌های مختلف آن خواهیم پرداخت.



۰۲۱-۸۸۳۶۴۵۹۹

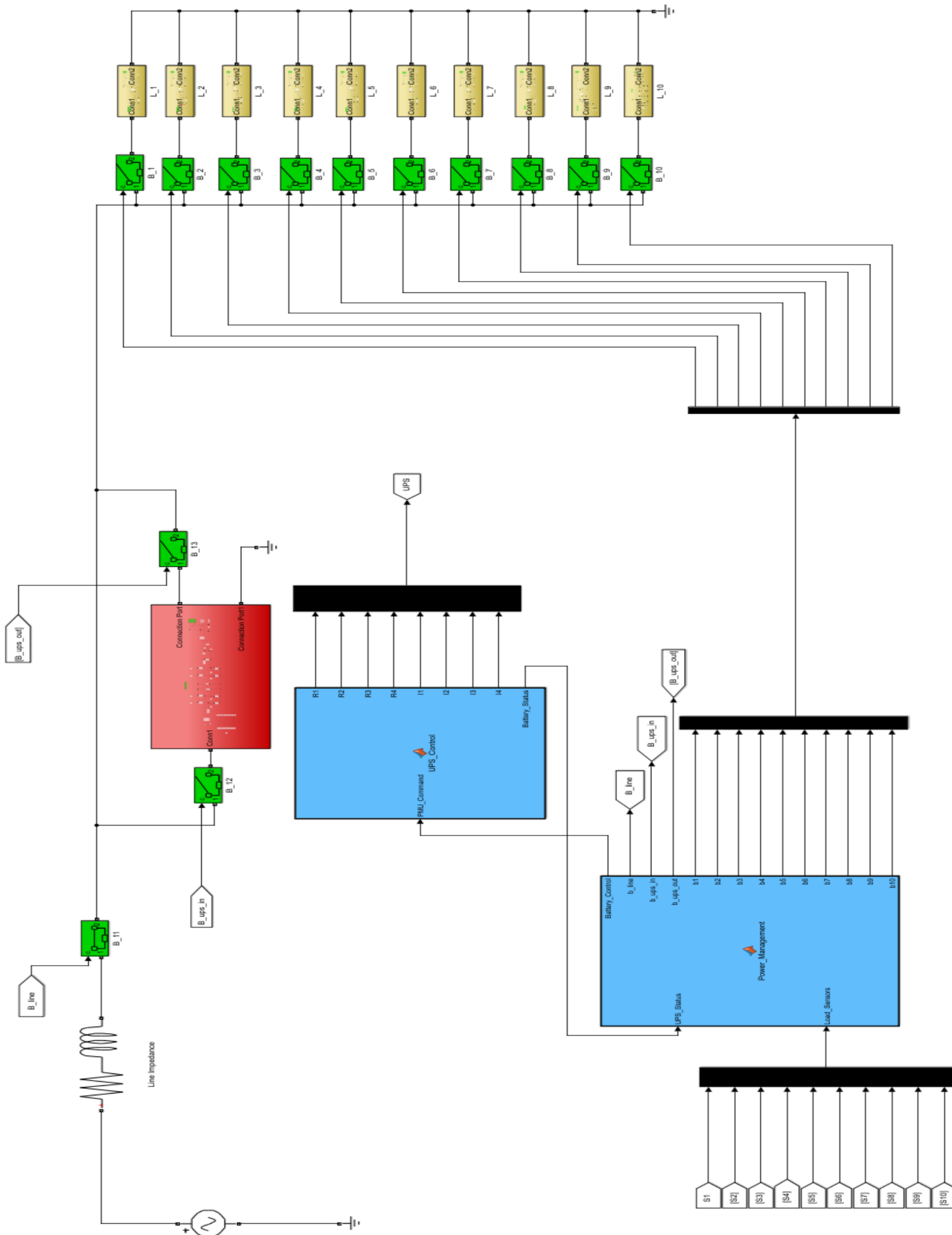


info@iransmartcup.ir



www.iransmartcup.ir





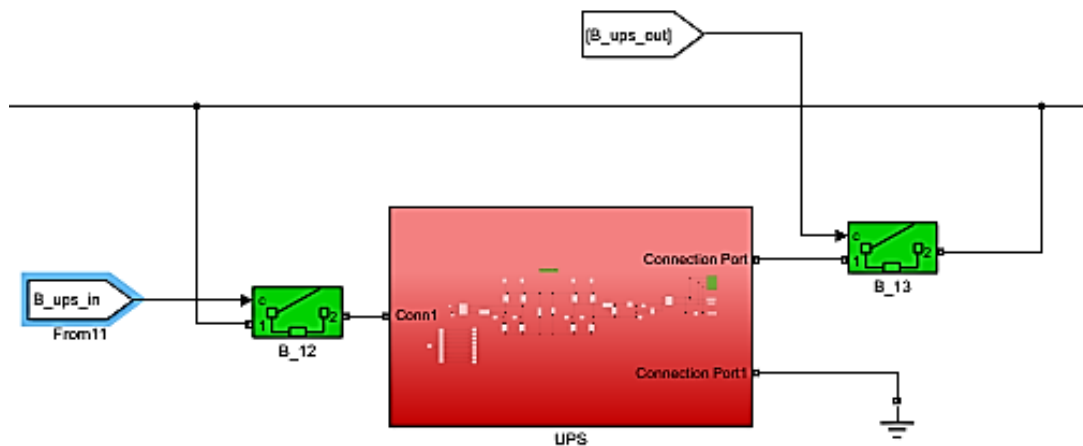


## ۲- بررسی بلوک‌های شبیه‌سازی

سیستم در نظر گرفته شده یک شبکه تک فاز خانگی است که به همراه یک سیستم پشتیبان تأمین انرژی (UPS) وظیفه تأمین بارهای الکتریکی خانه هوشمند را بر عهده دارند. سیستم تک فاز قادر است به تنهایی انرژی بارهای الکتریکی را تأمین کند اما از آنجایی که در شبکه واقعی به خصوص در هنگام تابستان و در بعضی از زمان‌های شبانه‌روز شاهد پیک بار هستیم به همین دلیل اهمیت ذخیره‌سازها در این زمان نمایان می‌شود و بخشی از بار از طریق ذخیره‌سازها تأمین می‌شود.

یکی دیگر از شرایطی که معمولاً در شرایط پیک بار ممکن است اتفاق بیفتد، مسئله اجتناب ناپذیر قطعی برق است که در سال اخیر با توجه به کاهش تولید نیروگاه‌های آبی و افزایش مصرف انرژی به دلیل افزایش گرمای هوا به دفعات تجربه شده است؛ بنابراین از سیستم‌های UPS مبتنی بر ذخیره‌ساز انتظار می‌رود تا در هنگام قطعی برق بتوانند بخشی از بارهای ضروری خانگی را این زمان تأمین کنند.

در سیستم در نظر گرفته شده نیز از یک واحد UPS برای این منظور استفاده شده است که به صورت موازی با شبکه تک فاز قرار گرفته است و بلوک در نظر گرفته شده برای آن به شرح زیر است.





مرکز ملی تحقیقات شبکه هوشمند ایران

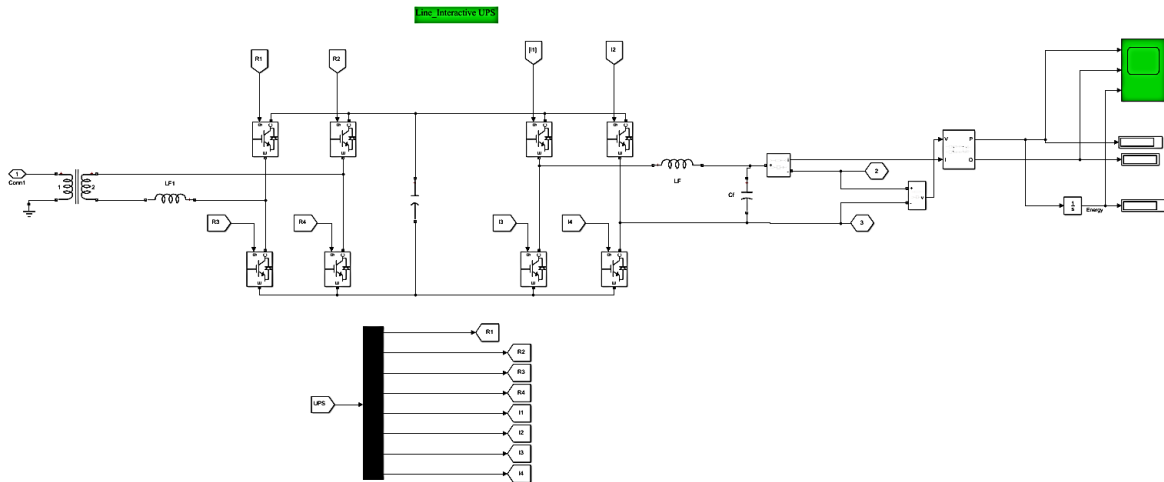


## برنامه شبیه‌سازی منبع تغذیه هوشمند اضطراری

این بلوک به وسیله یک کلید (بریکر) به شبکه تک فاز متصل شده است که از طریق سیستم ذخیره‌ساز شارژ می‌شود و به وسیله یک بریکر خروجی می‌تواند انرژی ذخیره‌شده خود را در زمان پیک بار یا زمان قطعی شبکه به بارهای در نظر گرفته شده منتقل کند. کنترل کلیدهای ورودی و خروجی این به وسیله کاربر تعیین می‌شود.

همچنین ساختار داخلی بلوک UPS به شرح زیر است:

در این شکل فقط نمونه‌ای از یک ساختار Line-Interactive UPS رسم شده است که با توجه به صلاح‌دید گروه‌های شرکت کننده می‌تواند با ساختار دیگری جایگزین شود.

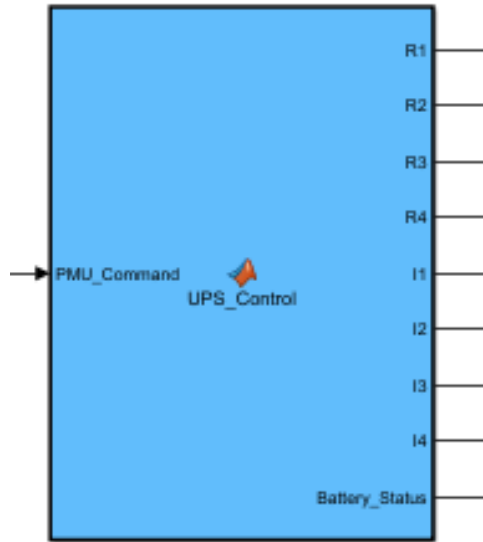


اساس کار این ساختار بدین صورت است که پس از اتصال به شبکه خانگی به وسیله یک ترانس ایزوله که به دلایل حفاظتی در اکثر سیستم‌های الکترونیکی موجود است از لحاظ الکتریکی از شبکه ورودی ایزوله می‌شود. سپس انرژی دریافتی به وسیله یکسوساز کاملاً کنترل شده یکسوساز شده و سبب شارژ خازن لینک DC می‌شود. بعد از آن و با استفاده از یک اینورتر ولتاژ DC یکسوساز شده دوباره به ولتاژ متناوب برای تغذیه بارهای الکتریکی تبدیل می‌شود. کنترل قطع و وصل کلیدهای یکسوساز و اینورترهای UPS از بلوک UPS\_Control انجام می‌شود. خروجی R1 تا R4 مربوط به کلیدهای یکسوساز (Rectifier) و I1 تا I4 مربوط به کلیدهای اینورتر (Inverter) است.

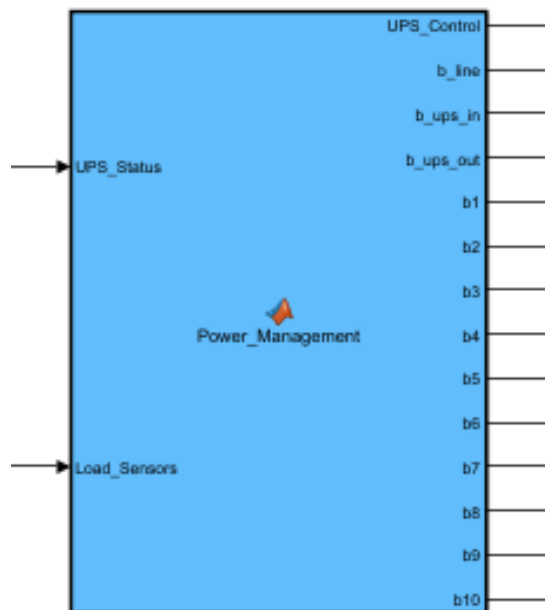


مرکز ملی تحقیقات شبکه هوشمند ایران

# برنامه شبیه‌سازی منبع تغذیه هوشمند اضطراری



خروجی این بلوک، سیگنال صفر و یک برای قطع و وصل کلیدهای نیمه‌هادی یکسوساز است. سیگنال ورودی این بلوک نیز، فرمان‌های کنترلی است که از طرف بلوک مدیریت انرژی دریافت می‌شود که اتصال و قطع سیستم UPS به شبکه تک فاز یا بار را تعیین می‌کند. همچنین وضعیت باتری UPS نیز برای انجام مدیریت بهتر انرژی به بلوک مدیریت توان که در شکل زیر مشخص شده است منتقل می‌شود.





مرکز مطالعات و پژوهش‌های شبکه هوشمند ایران



## برنامه شبیه‌سازی منبع تغذیه هوشمند اضطراری

ورودی این بلوک وضعیت شارژ باتری UPS و هم‌چنین مصرف انرژی بارهای الکتریکی است که در واقعیت از طریق Meter های هوشمند مخابره می‌شود ولی در این شبیه‌سازی مقدار انرژی مصرفی بارها اندازه‌گیری می‌شود و از طریق ورودی Load\_Sensord به بلوک Power\_Management منتقل می‌شود. خروجی این بلوک نیز شامل موارد زیر است.

UPS\_Control: برای کنترل UPS و برای دریافت مقدار سطح انرژی باتری استفاده می‌شود.

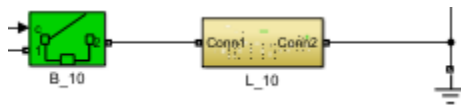
B\_line: برای قطع و وصل برق ورودی به منظور شبیه‌سازی قطعی برق شبکه به کار می‌رود.

B\_ups\_in: برای کنترل کلید ورودی UPS به منظور اتصال یا قطع اتصال از شبکه به کار می‌رود.

B\_ups\_out: برای کنترل کلید خروجی UPS به منظور تأمین بار خانه هوشمند به کار می‌رود.

سیگنال‌های خروجی b1 تا b10 نیز سیگنال‌های کنترلی برای قطع و وصل بارهای الکتریکی در هنگام اتصال به شبکه، اتصال به شبکه و UPS؛ و اتصال به UPS در هنگام قطعی برق را فراهم می‌کنند.

بلوک یک بار الکتریکی به صورت زیر است:



زیر بلوک بار الکتریکی در نظر گرفته شده برابر است با:

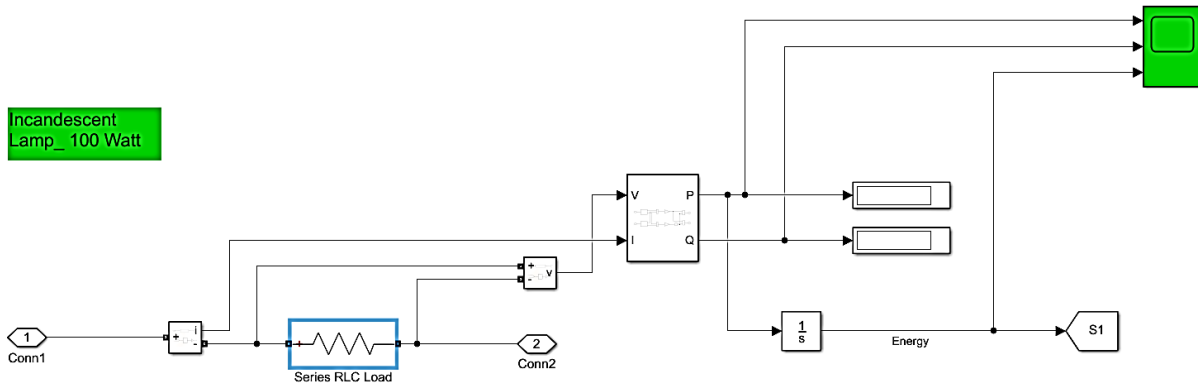
به عنوان مثال یک بار مقاومتی توان ثابت مانند یک لامپ رشته‌ای



مركز مطالعات و پژوهش‌ها در زمینه انرژی



## برنامه شبیه‌سازی منبع تغذیه هوشمند اضطراری



که توان اکتیو و راکتیو و هم‌چنین انرژی مصرفی آن اندازه‌گیری و مقدار انرژی اندازه‌گیری شده به بلوک Power\_Management برای مدیریت انرژی منتقل می‌شود. سایر بارهای خانگی که مطابق جدول زیر مشخص شده‌اند نیز به صورت واقعی مدل‌سازی شده‌اند. مدل‌سازی واقعی بارها سبب شناخت رفتار آنها و طراحی یک سیستم کنترلی مناسب برای آنها خواهد شد. به‌طور مثال جریان راه‌اندازی موتور القایی استفاده‌شده در پمپ یا در فن تهویه هوا چندین برابر جریان نامی آن است و تا رسیدن به سرعت نامی موتور ادامه دارد که این موضوع باید در طراحی سیستم کنترلی UPS در نظر گرفته شود تا از قطع بی‌مورد UPS در تغذیه این گونه بارها جلوگیری شود. اگرچه، برای طراحی سیستم مدیریت انرژی مدل حالت پایدار بارها در نظر گرفته می‌شود، بدین صورت که تمامی بارهای در نظر گرفته‌شده با توجه به ضریب توان نامی خود به صورت مدلی از توان اکتیو و راکتیو ثابت در نظر گرفته می‌شوند. مدل‌سازی این بارها و فایل مرجع شبیه‌سازی سیستم برای گروه‌های محترم شرکت‌کننده ارسال خواهد شد.

\* با توجه به گستردگی و تنوع بلوک‌های نرم‌افزار در محاسبه مقدار توان یا انرژی مصرفی، انتخاب بلوک‌های مدنظر بر عهده گروه‌های محترم شرکت‌کننده است و بلوک‌های قرار گرفته شده صرفاً نمایشی برای نحوه ارتباط بین اجزای مختلف سیستم است.

\* هم‌چنین به گروه‌های محترم توصیه می‌شود از تغییر در پارامترهای مدل بار در نظر گرفته‌شده خودداری کنند.



مرکز ملی شبکه های هوشمند ایران

# برنامه شبیه سازی منبع تغذیه هوشمند اضطراری



جدول I. مشخصات بارهای خانگی در نظر گرفته شده

توان مصرفی (وات)	ضریب توان (cos φ)	نام مصرف کننده	
100	1	لامپ رشته ای	۱
100	0.95	لپ تاپ	۲
60	0.9	تلویزیون LED	۳
20	0.9	لامپ LED	۴
100	0.23	تهویه آشپزخانه	۵
430	0.7	پمپ آب (نیم اسب)	۶
30	0.5	لامپ کم مصرف	۷
250	0.8	منبع تغذیه کامپیوتر خانگی	۸
6	0.97	شارژر موبایل (۵ وات)	۹
$50 < P < 150$	1	بار توان متغیر	۱۰

## ۳- تعیین سناریوهای شبیه سازی:

ابتدا با توجه به جدول تعیین شده II، سطح توان خروجی UPS مدنظر خود را انتخاب کنید و با توجه به جدول صفحه قبل، ترکیبی از بارهای خانه هوشمند انتخاب شود تا سطح توان انتخابی UPS با مقدار توان مورد نیاز بارها یکسان شود. بدیهی است انتخاب سطح توان مناسب برای UPS، علاوه بر عملکرد مناسب و بهینه در مدیریت مصرف انرژی باید از لحاظ اقتصادی نیز توجه پذیر باشد. به همین دلیل لزوماً نمی توان کمترین سطح توان را به دلیل ارزان بودن و بیشترین سطح توان را به دلیل مدیریت بهتر انتخاب کرد؛ بنابراین، انتخاب توان بهینه باید بر اساس مسائل اقتصادی و مدیریت انرژی انجام پذیرد.

☎ ۰۲۱-۸۸۳۶۴۵۹۹

✉ info@iransmartcup.ir

🌐 www.iransmartcup.ir







مرکز ملی هوشمندسازی شبکه برق ایران



## برنامه شبیه‌سازی منبع تغذیه هوشمند اضطراری

جدول II. انتخاب سطح توان UPS

مصرف کننده	سطح توان (kwh)	سطح انرژی (kwh)
خانگی	0.25 – 0.6	0.72

بدیهی است به دلیل وجود ترکیب‌های مختلف بار، سبب تنوع در به میزان رساندن مقدار توان انتخابی بار با UPS انتخابی می‌شود و از آنجایی که وضعیت دینامیکی بارهای موتوری (فن و پمپ) در عملکرد سیستم طراحی شده تأثیرگذار خواهد بود. بر همین اساس از گروه‌های محترم شرکت کننده خواسته می‌شود با توجه به سطح توان انتخابی UPS خود، ترکیب باری را انتخاب کنند که حداقل از یک بار موتوری در آن استفاده شده باشد (تهویه آشپزخانه یا پمپ) و حتی الامکان سعی شود سطح توان انتخاب شده مضربی از ۵۰ باشد تا امکان انتخاب ترکیبی از بارهای موجود در جدول I فراهم شود.

### ۴- سناریو اول: (با استفاده از مدل‌سازی واقعی)

الف) در این حالت، تمام بارهای الکتریکی در نظر گرفته شده برای ترکیب انتخابی خود را از طریق منبع تک فاز ورودی تغذیه کنید تا رفتار بارها را هنگام راه‌اندازی مشاهده کنید. (منبع تغذیه UPS در این حالت به منبع ورودی متصل نمی‌باشد)

\* زمان شبیه‌سازی را تا چند سیکل بعد از رسیدن به حالت پایدار سیستم و بارها انتخاب کنید.

ب) مشابه حالت الف) بارهای در نظر گرفته شده را فقط از طریق سیستم UPS طراحی شده تغذیه کنید. وضعیت شارژ باتری UPS در این حالت به صورت از پیش شارژ شده و برابر ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شود. در این قسمت عملکرد دینامیکی سیستم UPS طراحی شده در برابر دینامیک و راه‌اندازی بارهای موتوری و هم چنین بارهای غیر خطی مانند لامپ کم مصرف، شارژر یا منبع تغذیه کامپیوتر مطرح است.

\* زمان شبیه‌سازی را تا چند سیکل بعد از رسیدن به حالت پایدار سیستم و بارها انتخاب کنید.



مرکز ملی شبکه هوشمند ایران



## برنامه شبیه‌سازی منبع تغذیه هوشمند اضطراری

### ۵- سناریو دوم: (با استفاده از مدل‌سازی توان اکتیو و راکتیو ثابت)

در این حالت که به مدیریت مصرف انرژی و توان بارها اختصاص دارد، بارها به صورت مدلی از توان اکتیو و راکتیو و ثابت در نظر گرفته می‌شوند

الف) در این حالت تمام بارهای در نظر گرفته شده را به صورت مستقیم به منبع تک فاز ورودی متصل کنید و توان و انرژی مصرفی آن‌ها را پس از رسیدن به حالت دائمی محاسبه کنید. بدیهی است با توجه به ثابت ماندن وضعیت توان بارها در طول شبیه‌سازی، می‌توانید شبیه‌سازی را متوقف کرده و زمان انجام شده را به مقیاس (Scale) بزرگ‌تری تعمیم دهید. به طور مثال می‌توانید مقدار مصرف انرژی در مدت زمان یک شبانه‌روز به دست آورید.

ب) در این حالت مشابه حالت (ب) سناریوی اول تمام بارهای انتخابی خود را از طریق منبع تغذیه UPS با شارژ اولیه ۱۰۰ درصد باتری انجام دهید، سیستم UPS در این حالت به شبکه متصل است ولی به تنهایی وظیفه تأمین بار را بر عهده دارد. این حالت در واقع تأمین بار در حالت پیک بار شبکه است، یعنی شبکه برق‌دار است ولی تأمین بار از طریق UPS صورت می‌گیرد.

تعرفه برق مناطق عادی	
متوسط انرژی متوسط مصرفی (کیلووات ساعت)	قیمت پایه (ریال)
۱۰۰-۰	۴۵۸
۲۰۰-۱۰۰	۵۳۴
۳۰۰-۲۰۰	۱۱۴۴
۴۰۰-۳۰۰	۲۰۵۹
۵۰۰-۴۰۰	۲۳۶۵
۶۰۰-۵۰۰	۲۹۷۱



مرکز مطالعات شبکه‌های هوشمند و بهره‌وری انرژی

## برنامه شبیه‌سازی منبع تغذیه هوشمند اضطراری



ج) سناریو برای روز با اولویت بارهای غیر روشنایی

د) سناریو برای شب با اولویت بارهای روشنایی

### ۶- سناریو سوم: (با استفاده از مدل‌سازی توان اکتیو و راکتیو ثابت)

این قسمت به تأمین انرژی بارها در زمان قطعی برق شبکه اختصاص دارد. به این صورت که منبع تغذیه UPS نسبت به شبکه ورودی ایزوله است و در حالت شارژ کامل قرار دارد.

☎ ۰۲۱-۸۸۳۶۴۵۹۹

✉ info@iransmartcup.ir

🌐 www.iransmartcup.ir

