به نام خدا

**عنوان پروژه :**

**طراحی یک طرح جهت هماهنگی حفاظتی رله های اضافه جریان**

**(Over Current ) در حضور منابع تولید پراکنده**

* هماهنگي بهينه رله­ هاي جريان زياد با استفاده از الگوريتم ژنتيك :

ورودي­هاي لازم براي برقراري هماهنگي رله­هاي شبکه به شرح زير مي­باشد:

* مشخص نمودن رله­هاي پشتيبان و اصلي
* تعيين جريان بار در کليه رله­ها
* تعيين نسبت تبديل ترانسفورماتورهاي جريان
* مشخص نمودن تنظيم جرياني رله­ها با توجه به جريان بار و نسبت تبديل ترانسفورماتورهاي جريان
* مشخص نمودن جريان­هاي اتصال کوتاه عبوري از رله­ها در قالب جفت جريان­هاي لازم براي هماهنگي
* انتخاب مدل رله جريان زياد
* تعيين تابع هدف براي برقراري هماهنگي و تعيين قيود هماهنگي

*انتخاب مدلهاي رله­هاي جريان زياد*

تابع هدف تابعي از زمان عملکرد عناصر مي باشد بنابراين براي اينکه يک رشته کروموزوم بتواند توسط تابع هدف ارزيابي شود بايد زمانهاي عملكرد عناصربا استفاده از مدل منحني مشخصه عناصر بدست آيد.

. رله­هاي ديجيتالي امروزه داراي قابليتهاي زيادي ميباشند. يکي از اين قابليتها امکان وارد کردن و انتخاب منحني مشخصه رله به عنوان ورودي مي باشد که دقت عملکرد رله را افزايش داده و در بهبود عملکرد سيستم حفاظتي کمک مي کند. اما بسياري از رله­هاي موجود در شبکه­ها، رله­هاي با عملکرد الکترومغناطيسي مي باشند. مدل دقيق براي اين نوع رله­ها مدلهاي غيرخطي نسبت به TSM مي­باشند. ولي با تقريب خوب مي­توان از مدلهاي خطي نيز استفاده کرد.

*پيدا كردن ضرايب رابطه منحني مشخصه رله*

براي رله از مدل ساچدو استفاده شده است. رابطه مدل ساچدو به صورت رابطه­ زير مي­باشد.

|  |  |
| --- | --- |
| **‏5‑1** |  |

بنابراين از آنجا كه منحني­هاي متفاوتي در شبكه‌هاي واقعي مورد استفاده قرار مي‌گيرند بايستي براي هر منحني ضرايب را بدست آورد. روشي كه معمولاً براي انجام برازش منحني بكار گرفته مي­شود روش كمينه كردن مربع خطاها[[1]](#footnote-1) مي‌باشد. در اين روش ابتدا از روي منحني مشخصه، اطلاعات  نقطه را كه شامل جريان عبوري و زمان عملكرد متناظر با آن مي‌باشد را مي‌خوانيم. سپس مقدار داده شده توسط رابطه ­بالا را از مقدار واقعي خوانده شده از روي منحني مشخصه كم مي‌نماييم تا مقدار خطا را بدست آوريم.

|  |  |
| --- | --- |
| **‏5‑2** |  |

سپس مجموع مربع خطاها را حساب مي‌كنيم.

|  |  |
| --- | --- |
| **‏5‑3** |  |

حال بايستي E كمينه شود. بنابراين مشتقات آنرا نسبت به مقادير ضرايب يعني  و  و  و  و  مساوي صفر قرار مي‌دهيم تا رابطه محاسبه ضرايب بدست آيد .

براي بدست آوردن ضرايب مدل ساچدو از رابطه زير استفاده مي­كنيم.

|  |  |
| --- | --- |
| **‏5‑4** |  |

از نرم افزار Mathematica براي پيدا كردن ضرايب منحني مشخصه­ها استفاده شده است. ابتدا N نقطه را از روي منحني خوانده و سپس با استفاده از دستور Fit در اين نرم افزار N نقطه را داده و معادله اي را كه مي­خواهيم N نقطه با آن برازش شوند را وارد مي­كنيم تا ضرايب مجهول معادله را مشخص كند. شکل زير نمونه­اي از منحني­هاي رله اضافه جريان را نشان مي­دهد.

*معرفي تابع هدف*

ابتداي هر مسئله بهينه سازي بايد به دنبال تابع هدف مناسب بود تا با کمينه يا بيشينه نمودن آن به مقادير مناسب براي در نظر گرفتن متغير اصلي دست يافت.

طبعاً در مسئله هماهنگي بهينه رله­ها،تابع هدف، کم کردن زمان عملکرد سيستم حفاظتي شبکه به ازاء خطاهاي مختلف مي­باشد.اين تابع به صورت زير آمده است:

|  |  |
| --- | --- |
| **‏5‑5** |  |

زمان عملكرد رله iام براي خطاي واقع شده جلوي C.B مربوطه به رله مي‌باشد.

براي هماهنگي رله­ها ، آنها را به صورت زوجهاي پشتيبان و اصلي دسته بندي مي­کنيم و يک فاصله زماني در نظر گرفته مي­شود که حفاظت پشتيبان پيش از حفاظت اصلي عمل نکند.اين مسئله محدوديتهايي را براي تابع هدف ايجاد مي­نمايد که بايد اعمال شود و رابطه آن به صورت زير مي­باشد

|  |  |
| --- | --- |
| ‏5‑6 |  |

 اختلاف زمان عملكرد بين هر دو جفت رله اصلي و پشتيبان مي‌باشد، بطوريكه زمان عملکرد رله اصليi به ازاء خطا جلوي C.B مربوطه و  زمان عملکرد رله پشتيان j به ازاي خطا جلوي C.B مربوط به رله اصلي i مي­باشد. فاصله زماني هماهنگي بين دو رله مي‌باشد.

در تابع هدف بهينه سازي علاوه بر اينکه بايد فاصله هماهنگي رله­ها حفظ شود، تمايل داريم که اين فاصله مينيمم باشد ،به همين منظور به جاي اينکه عبارت بالا را در قيود تعريف کنيم ، ترم زير را به عبارت بالا اضافه مي­کنيم که اين دو مورد را تامين نمايد.

|  |  |
| --- | --- |
| ‏5‑7 |  |

در عبارت بالا چنانچه منفي باشد،مقدار آن برابر  خواهد شد و در صورت مثبت بودن صفر خواهد شد،بنابراين چنانچه با يک ضريب بالا در تابع هدف ظاهر شود هيچگاه با مينيمم مقدار تابع هدف مقارن نخواهد بود و حذف مي­شود.بنابراين تابع هدف به صورت زير در مي­آيد.

|  |  |
| --- | --- |
| ‏5‑8 |  |

مقادیر  و  از روش سعی و خطا به دست می­آید،اما همانطور که مشخص است به منظور اینکه فاصله هماهنگی حفظ شود  باید بزرگتر از  انتخاب شود.

در اينجا فاصله هماهنگي رله- رله برابر 0.3 در نظر گرفته­ايم و رابطه آن به صورت زير است:

|  |  |
| --- | --- |
| ‏5‑9 |  |
| ‏5‑10 |  |

در روابط بالا داريم:

|  |  |
| --- | --- |
| رله | Rel |
| حداکثر جريان خطا | IMF |
| حداقل جريان خطا | Imf |
| حفاظت پشتيبان | B |
| حفاظت اصلي | P |
| زمان عملکرد | OT |

**جدول (‏5‑2)**

*مقادير اوليه و مجهولات الگوريتم ژنتيک*

الگوريتم ژنتيك مانند همه روشهاي بهينه‌سازي نياز به مقادير اوليه دارد. در مرحله اول به تعداد جمعيت تعيين شده كروموزوم‌هاي اوليه ساخته مي‌شوند. اندازه جمعيت اوليه بايد با توجه به طول كروموزوم تعيين شود. اين کروموزومها از مجهولات الگوريتم هماهنگي تشکيل شده­اند.

تنظيم‌هاي زماني، مجهولات ما در حل مسأله هماهنگي بهينه‌ هستند. بنابراين تنظيم‌هاي زماني رله‌ها را به ترتيب شماره رله‌ها به عنوان ژن‌هاي كروموزوم‌ها در الگوريتم ژنتيك در نظر مي‌گيريم. اين مقادير در حقيقت رله‌ها مي‌باشند كه در يك كروزوم به ترتيبي كه گفته شد قرار گرفته‌اند­.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Relay 1 | Relay 2 | Relay 3 | … | Relay n |
| TSM1 | TSM2 | TSM3 | … | TSMn |
|  |  |  |  |  |

**جدول (‏5‑3):یک کروموزوم ژنتیک الگوریتم**

در تابع هدف بدست آمده مقادير زمانهاي عملکرد عناصر حفاظتي به ازاي ماکزيموم جريان خطا محاسبه شده­اند. هماهنگي به ازاي ماکزيموم جريان خطا براي تجهيزاتي مانند رله­ها که داراي منحني­هاي موازي هم مي­باشند، به ازاي ماکزيموم جريان خطا مي­تواند همه به ازاي تمام جريانها را نتيجه دهد،بنابراين براي کوتاه شدن زمان الگوريتم ژنتيک از جفت جريان سوم استفاده مي­کنيم.

اگر شبکه دارای m نیروگاه تولید پراکنده باشد،تعداد حالات ممکن برابر حالت خواهد بود.

بر اساس همین قابلیت ، سعی می­شود تا حالات مختلف شبکه –به ازای حضور و عدم حضور DGها را در قالب چهار حالت تقسیم بندی نموده و برای هر حالت به کمک الگوریتم ژنتیک ،تنظیمات رله­ها برای هماهنگی بهینه بین آنها به دست آورده شود.این تنظیمات به همه رله­ها داده می­شود و اینکه که هر رله در چه شرایطی از چه تنظیمی باید استفاده کند نیز داده می­شود.

در این روش ابتدا به کمک الگوریتم ژنتیک رله­ها را برای تک تک حالات هماهنگ می­کنیم و مقدار تابع هدف را محاسبه می­کنیم.سپس فرض می­کنیم که شبکه توزیع در همه حالات خودش بخواهد از تنظیمات یکی از حالات استفاده کند،تابع هدف را در هر حالت بدست می­آوریم.این کار را در همه حالات انجام می­دهیم،بنابراین یک ماتریس مربعی که ابعاد آن برابر تعداد حالات ممکن در شبکه است به دست می­آید.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

در ماتریس بالا OFij در واقع تابع هدف بدست آمده در حالت iام شبکه با استفاده تنظیمات هماهنگ شده برای حالت jام شبکه می­باشد.توضیح دقیق تر این ماتریس در بخش بعدی و روی شبکه نمونه مطرح می­شود.

پس از تشکیل این ماتریس بررسی می­کنیم مقدار OF در هر حالت به ازای کدام تنظیم،به جز تنظیم خودش، مقدار کمتری دارد .حالاتی که نسبت به هم OF کمتری دارند طبیعتاً این پتانسیل را دارند که رله­های در قالب یک تنظیم مشترک هماهنگ شوند.

پس از آنکه حالات نزدیک به هم به دست آمد،مجدداً به سراغ ژنتیک الگوریتم می­رویم و جفت جریان های ناشی از ترکیب حالات نزدیک به هم را به آن وارد می­کنیم.

کار هماهنگی شبکه در حضور تولید پراکنده در اینجا به پایان می­رسد .به منظور ارزیابی الگوریتم تطبیقی و نیز الگوریتم ژنتیک ، هماهنگی را برای یک شبکه نمونه8 باسه انجام داده­ایم

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| شماره خط | شماره شين ابتدا | شماره شين انتها | *R* | *X* |
| *1* | *1* | *2* | *0.4* | *0.2* |
| *2* | *1* | *3* | *0.28* | *0.19* |
| *3* | *1* | *4* | *0.24* | *0.13* |
| *4* | *2* | *5* | *0.38* | *0.19* |
| *5* | *5* | *7* | *0.4* | *0.23* |
| *6* | *3* | *6* | *0.3* | *0.17* |
| *7* | *4* | *6* | *0.26* | *0.15* |
| *8* | *6* | *7* | *0.5* | *0.22* |

**اطلاعات خطوط شبکه**

***اعمال هماهنگي روي شبکه نمونه***

شبکه نمونه توزيع 8 باسه اي براي بررسي هماهنگي رله ها در حضور DG در زير آمده است. شبکه توزيع نشان داده شده داراي ولتاژ 10 کيلوولت مي­باشد که از طريق يک ترانس با ظرفيت 5MVA و نسبت تبديل 33/10 و امپدانس 0.3pu به باس 33 کيلولت که آن نيز با مقاومت و راکتانس 0.1و 0.3 به شبکه برق سراسري متصل شده است. ساير اطلاعات اين شبکه به صورت زير آمده است.



شبکه نمونه

سه نیروگاه تولید پراکنده مطابق جدول زیر به کمک سه ترانسفورماتور افزاینده

20/0.4 به شبکه توزیع متصل شده­اند.

. رله­هاي ديجيتالي امروزه داراي قابليتهاي زيادي ميباشند. يکي از اين قابليتها امکان وارد کردن و انتخاب منحني مشخصه رله به عنوان ورودي مي باشد که دقت عملکرد رله را افزايش داده و در بهبود عملکرد سيستم حفاظتي کمک مي کند. اما بسياري از رله­هاي موجود در شبکه­ها، رله­هاي با عملکرد الکترومغناطيسي مي باشند. مدل دقيق براي اين نوع رله­ها مدلهاي غيرخطي نسبت به TSM مي­باشند. ولي با تقريب خوب مي­توان از مدلهاي خطي نيز استفاده کرد.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ظرفیت تولید(MW) | نوع ژنراتور | شین متصل | شماره |
| 0.9 | سنکرون | 2 | 1 |
| 1.3 | سنکرون | 4 | 2 |
| 1.8 | سنکرون | 7 | 3 |

معرقی DG های موجود در شبکه نمونه

*محاسبه تنظيم جرياني*

شبکه مذکور را در نرم افزار etap مدل کرده و با انجام آناليز پخش بار ،ليستي از جريانهاي بار عبوري از رله­ها به همراه نسبت تبديل  به کار رفته را در يک فايل EXCEL وارد مي کنيم. قسمت اطلاعات ورودي براي هر تجهيز جريان بار آن داده شده است. با توجه به مقدار جريان بار و نيز مقدار جريان اوليه  مقدار  رله­ها طبق رابطه زير بدست مي‌آيد:

|  |  |
| --- | --- |
| **‏5‑12** |  |

قابل ذكر است كه براي محاسبه  به صورت بهينه يك محدوده مجاز براي مقدار  رله تعيين مي شود. از آنجا که PS رله­ها داراي پله­هاي 25 تايي هستند ،PS بدست آمده از رابطه بالا را گرد کرده و مجدداَ با استفاده از فرمول بالا RSI رله را مورد محاسبه قرار مي­دهيم.نکته ديگري که در انيجا اعمال شده است اين است که با توجه به اينکه مي­خواهيم هماهنگي براي همه حالات بدون و با حضور DG ها برقرار باشد ،جريان بار عبوري از رله­ها را ماکزيمم در نظر مي­گيريم که اين مربوط به حالتي است که هيچ DG در شبکه موجود نمي­باشد.جدول زير گوياي مقادير محاسبه شده براي تنظيم جرياني رله­هاي شبکه نمونه مي­باشد.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| شماره رله | جريان بار | نسبت تبديل CT | PS | RSI |
| 1 | 90 | 150 | 75 | 112.5 |
| 2 | 80 | 150 | 75 | 112.5 |
| 3 | 90 | 150 | 75 | 112.5 |
| 4 | 60 | 100 | 75 | 75 |
| 5 | 30 | 50 | 75 | 37.5 |
| 6 | 50 | 100 | 75 | 75 |
| 7 | 60 | 100 | 75 | 75 |
| 8 | 80 | 150 | 75 | 112.5 |
| 9 | 40 | 50 | 100 | 50 |
| 10 | 40 | 50 | 100 | 50 |
| 11 | 40 | 50 | 100 | 50 |
| 12 | 30 | 50 | 75 | 37.5 |
| 13 | 70 | 100 | 100 | 100 |
| 14 | 30 | 50 | 75 | 37.5 |
| 15 | 30 | 50 | 75 | 37.5 |
| 16 | 90 | 150 | 75 | 112.5 |

محاسبه تنظیم جریانی رله­ها

کلیه حالات ممکن شبکه در جدول زیر آمده است:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| حالت 8 | حالت 7 | حالت 6 | حالت 5 | حالت 4 | حالت 3 | حالت 2 | حالت 1 | حالت |
| X | - | X | X | - | - | X | - | DG 1 |
| X | X | - | X | - | X | - | - | DG 2 |
| X | X | X | - | X | - | - | - | DG 3 |

کلیه حالات ممکن در شبکه برای قطع و وصل DGها

*مشخص نمودن جفت رله­هاي اصلي و پشتيبان و جفت جريانهاي لازم براي هماهنگي*

به منظور ساده و سريع تر نمودن محاسبات براي هماهنگي از جفت جريان سوم استفاده مي­کنيم.هدف هماهنگي اين است که رله­ها چنان هماهنگ باشند که در هر ساختاري از شبکه با توجه به حضور و عدم حضور DG هاي مختلف فاصله هماهنگي رله­ها رعايت شود.براي اينکه اين امر تحقق يابد به کمک نرم­افزار etap جفت جريانهاي لازم براي هماهنگي را در کليه حالات ممکن به ازاي قطع و وصل ژنراتورها بدست آورده و از همه آنها براي هماهنگي استفاده مي­کنيم.لازم به ذکر است جريانهاي بدست آمده در هر حالت ،جريانهاي ماکزيمم حاصل از قطع و وصل خطوط مي­باشند.اين جفت جريانها در جدول زير آمده است.

توضيح ديگر اينکه همانطور که از شبکه پيداست در حالت عدم حضور DGها نيازي به هماهنگي رله­هاي 2-9، 3-9،1-10،3-10،1-11،2-1 نمي­باشد که در جدول نيز ستونهاي مربوطه خالي گذاشته شده است.جريانها بر حسب آمپر مي­باشد.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| M/B pair | main | backup | 1-WITHOUT DG | | 2-DG at bus 2 | |
| 1 | 4 | 1 | 841.17 | 841.17 | 1226.78 | 835.79 |
| 2 | 6 | 2 | 948.98 | 948.98 | 992.11 | 992.11 |
| 3 | 7 | 3 | 1077.15 | 1077.15 | 1133.10 | 1133.10 |
| 4 | 5 | 4 | 530.53 | 530.53 | 660.48 | 660.48 |
| 5 | 16 | 5 | 374.01 | 374.01 | 433.54 | 433.54 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 16 | 2 | 11 |  |  | 1845.76 | 170.81 |
| 17 | 9 | 12 | 296.90 | 296.90 | 679.24 | 294.97 |
| 18 | 12 | 13 | 378.31 | 378.31 | 380.28 | 380.28 |
| 19 | 10 | 14 | 570.73 | 570.73 | 601.13 | 601.13 |
| 20 | 11 | 15 | 559.40 | 559.40 | 592.35 | 592.35 |
| 21 | 14 | 16 | 278.19 | 278.19 | 309.31 | 309.31 |
| 22 | 15 | 16 | 278.25 | 278.25 | 309.39 | 309.39 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

جفت جریانهای اصلی و پشتیبان در حالت 1و2 شیکه نمونه

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| M/B pair | main | backup | 3-DG at bus 4 | | 4-DG at bus 7 | |
| 1 | 4 | 1 | 865.70 | 865.70 | 861.70 | 861.70 |
| 2 | 6 | 2 | 989.50 | 989.50 | 995.69 | 995.69 |
| 3 | 7 | 3 | 1385.81 | 1072.20 | 1136.58 | 1136.58 |
| 4 | 5 | 4 | 536.78 | 536.78 | 534.95 | 534.95 |
| 5 | 16 | 5 | 376.48 | 376.48 | 858.71 | 371.11 |
| 6 | 8 | 6 | 635.18 | 635.18 | 629.97 | 629.97 |
| 7 | 15 | 6 | 636.70 | 636.70 | 631.47 | 631.47 |
| 8 | 8 | 7 | 827.23 | 827.23 | 718.68 | 718.68 |
| 9 | 14 | 7 | 829.30 | 829.30 | 720.25 | 720.25 |
| 10 | 13 | 8 | 571.16 | 571.16 | 1023.23 | 534.71 |
| 11 | 2 | 9 | 1822.62 | 152.1 | 1910.09 | 244.10 |
| 12 | 3 | 9 | 1831.62 | 148.12 | 1914.29 | 244.64 |
| 13 | 1 | 10 | 1835.44 | 148.43 | 1919.12 | 254.64 |
| 14 | 3 | 10 | 1889.90 | 209.02 | 1925.46 | 255.49 |
| 15 | 1 | 11 | 1895.88 | 209.69 | 1929.52 | 268.15 |
| 16 | 2 | 11 | 1958.24 | 277.85 | 1931.67 | 268.45 |
| 17 | 9 | 12 | 1960.35 | 278.15 | 406.00 | 406.00 |
| 18 | 12 | 13 | 305.63 | 305.63 | 573.09 | 573.09 |
| 19 | 10 | 14 | 393.22 | 393.22 | 675.92 | 675.92 |
| 20 | 11 | 15 | 624.06 | 624.06 | 679.51 | 679.51 |
| 21 | 14 | 16 | 869.47 | 556.94 | 489.13 | 489.13 |
| 22 | 15 | 16 | 279.06 | 279.06 | 489.31 | 489.31 |

جفت جریانهای اصلی و پشتیبان در حالت 3و4 شیکه نمونه

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| M/B pair | main | backup | 5-DG at buses 2 &4 | | 6-DG at buses 2 & 7 | |
| 1 | 4 | 1 | 1248.62 | 860.17 | 1244.37 | 856.20 |
| 2 | 6 | 2 | 1027.96 | 1027.96 | 1024.20 | 1024.20 |
| 3 | 7 | 3 | 1441.36 | 1127.90 | 1173.12 | 1173.12 |
| 4 | 5 | 4 | 663.44 | 663.44 | 661.98 | 661.98 |
| 5 | 16 | 5 | 434.41 | 434.41 | 912.28 | 430.19 |
| 6 | 8 | 6 | 646.92 | 646.92 | 636.79 | 636.79 |
| 7 | 15 | 6 | 648.54 | 648.54 | 638.35 | 638.35 |
| 8 | 8 | 7 | 838.59 | 838.59 | 727.56 | 727.56 |
| 9 | 14 | 7 | 840.77 | 840.77 | 729.21 | 729.21 |
| 10 | 13 | 8 | 575.80 | 575.80 | 1023.32 | 540.08 |
| 11 | 2 | 9 | 2028.73 | 395.18 | 2074.27 | 457.06 |
| 12 | 3 | 9 | 2033.57 | 396.12 | 2079.36 | 458.18 |
| 13 | 1 | 10 | 1948.79 | 305.67 | 1932.30 | 295.81 |
| 14 | 3 | 10 | 1955.54 | 306.73 | 1938.96 | 296.83 |
| 15 | 1 | 11 | 2041.29 | 404.32 | 1944.22 | 314.09 |
| 16 | 2 | 11 | 2044.01 | 404.85 | 1946.60 | 314.47 |
| 17 | 9 | 12 | 685.64 | 303.65 | 786.93 | 403.36 |
| 18 | 12 | 13 | 395.03 | 395.03 | 571.81 | 571.81 |
| 19 | 10 | 14 | 649.78 | 649.78 | 690.55 | 690.55 |
| 20 | 11 | 15 | 899.36 | 589.74 | 695.45 | 695.45 |
| 21 | 14 | 16 | 309.47 | 309.47 | 503.81 | 503.81 |
| 22 | 15 | 16 | 309.55 | 309.55 | 504.00 | 504.00 |

جفت جریانهای اصلی و پشتیبان در حالت 5و6 شیکه نمونه

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| M/B pair | main | backup | 7-DG at buses 4 &7 | | 8-DG at three bus(2,4,7) | |
| 1 | 4 | 1 | 881.50 | 881.50 | 1261.57 | 875.88 |
| 2 | 6 | 2 | 1025.61 | 1025.61 | 1052.07 | 1052.07 |
| 3 | 7 | 3 | 1444.77 | 1131.37 | 1479.96 | 1167.75 |
| 4 | 5 | 4 | 540.58 | 540.58 | 664.78 | 664.78 |
| 5 | 16 | 5 | 858.02 | 373.57 | 911.21 | 431.05 |
| 6 | 8 | 6 | 642.59 | 642.59 | 649.48 | 649.48 |
| 7 | 15 | 6 | 644.18 | 644.18 | 651.12 | 651.12 |
| 8 | 8 | 7 | 833.60 | 833.60 | 840.09 | 840.09 |
| 9 | 14 | 7 | 835.75 | 835.75 | 842.30 | 842.30 |
| 10 | 13 | 8 | 1048.89 | 566.92 | 1049.23 | 571.54 |
| 11 | 2 | 9 | 1920.18 | 277.84 | 2077.78 | 475.88 |
| 12 | 3 | 9 | 1924.47 | 278.46 | 2082.91 | 477.06 |
| 13 | 1 | 10 | 1997.24 | 364.71 | 2003.96 | 390.69 |
| 14 | 3 | 10 | 2004.50 | 366.04 | 2011.42 | 392.15 |
| 15 | 1 | 11 | 2106.33 | 482.52 | 2115.74 | 514.68 |
| 16 | 2 | 11 | 2109.40 | 483.22 | 2119.02 | 515.48 |
| 17 | 9 | 12 | 408.61 | 408.61 | 788.45 | 405.96 |
| 18 | 12 | 13 | 579.22 | 579.22 | 578.43 | 578.43 |
| 19 | 10 | 14 | 717.62 | 717.62 | 729.88 | 729.88 |
| 20 | 11 | 15 | 985.64 | 676.52 | 999.32 | 692.39 |
| 21 | 14 | 16 | 488.09 | 488.09 | 503.02 | 503.02 |
| 22 | 15 | 16 | 488.27 | 488.27 | 503.21 | 503.21 |

جفت جریانهای اصلی و پشتیبان در حالت 7و8 شیکه نمونه

همانطور که از جداول ديده مي­شود کل حالات ممکن در شبکه هشت حالت می­باشد که هر حالت شامل 22 جفت جريان براي هماهنگي مي­باشد.حال جفت جريانها را بايد به الگوريتم ژنتيک بدهيم تا تنظيم زماني رله­ها در يک حالت بهينه مورد محاسبه قرار گيرد.

قبل از آن نکته ديگري که بايد روشن شود مقدار و  براي تابع هدف مي­باشد.مقادير اين دو با سعي و خطا به دست آمده است .مقدار  در همه شبیه سازی­ها برابر 1 در نظر گرفته شده است،اما مقدار در حالات مختلف به منظور بهینه نمودن هماهنگی تغییر نموده است و سه مقدار 10و20و50 برای آن در نظر گرفته شده است و نتایج چاپ شده بهترین جوابهای گرفته شده می­باشد.

*برقراری هماهنگی در بدترین حالت شبکه*

در این بخش با توجه به جفت جریانهای به دست آمده ،آنها را به الگوریتم ژنتیک می­دهیم تا یک تنظیم برای کل رله­های شبکه بدست آید.از نتایج این کار دو استفاده صورت خواهد گرفت.یکی اینکه در صورتی که به هر دلیلی سیستم مخابراتی دچار مشکل شود باید تنظیمی باشد که بتواند در همه حالات حفاظت شبکه را انجام دهد.از سوی دیگر به منظور ارزیابی الگوریتم تطبیقی ،نتایج حاصل را با این نتایج مقایسه خواهیم نمود.

جداول زیر TSMهای به دست آمده را به دست آمده است:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | Relay No. |
| 0.36 | 0.45 | 0.42 | 0.47 | 0.45 | 0.48 | 0.45 | 0.44 | TSM |
| 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | Relay No. |
| 0.32 | 0.47 | 0.48 | 0.42 | 0.55 | 0.35 | 0.35 | 0.47 | TSM |

TSMهای بدست آمده از الگوریتم ژنتیک برای هماهنگی شبکه در کل حالات

جدول زیر زمان عملکرد رله اصلی را در همه حالات نشان می­دهد.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| شماره حالت/شماره رله | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 1.2833483 | 1.129019 | 1.112931 | 1.113185 | 1.098832 | 1.109771 | 1.087983 | 1.118153 |
| 2 | 1.535456 | 1.145082 | 1.231 | 1.142262 | 1.117386 | 1.117932 | 1.118414 | 1.120173 |
| 3 | 1.498309 | 1.212816 | 1.225768 | 1.210567 | 1.19194 | 1.184875 | 1.196092 | 1.186839 |
| 4 | 1.265558 | 1.136189 | 1.252328 | 1.25431 | 1.130905 | 1.131846 | 1.244215 | 1.142313 |
| 5 | 1.241058 | 1.175299 | 1.236665 | 1.23787 | 1.173947 | 1.174554 | 1.23401 | 1.15584 |
| 6 | 1.141112 | 1.12479 | 1.125757 | 1.123519 | 1.112528 | 1.113706 | 1.113281 | 1.131226 |
| 7 | 1.184271 | 1.167006 | 1.113007 | 1.166004 | 1.102929 | 1.155831 | 1.102345 | 1.153383 |
| 8 | 1.116718 | 1.096034 | 1.057645 | 1.102847 | 1.043756 | 1.091053 | 1.048235 | 1.189781 |
| 9 | 1.755266 | 1.259217 | 1.726167 | 1.503397 | 1.25586 | 1.212023 | 1.49918 | 1.190019 |
| 10 | 0.981292 | 0.964384 | 0.953302 | 0.93127 | 0.941486 | 0.925467 | 0.915802 | 0.919988 |
| 11 | 0.9678 | 0.949216 | 0.857274 | 0.911115 | 0.850617 | 0.905033 | 0.834494 | 0.898985 |
| 12 | 1.605219 | 1.6018 | 1.582454 | 1.415305 | 1.579574 | 1.416105 | 1.411463 | 1.296646 |
| 13 | 1.650685 | 1.639291 | 1.591732 | 1.219161 | 1.583262 | 1.21895 | 1.208219 | 1.141958 |
| 14 | 1.149981 | 1.131763 | 1.121703 | 1.100536 | 1.109122 | 1.093829 | 1.084866 | 1.088011 |
| 15 | 1.148779 | 1.129212 | 1.142439 | 1.092901 | 1.12456 | 1.086081 | 1.090154 | 1.079749 |
| 16 | 1.753003 | 1.540717 | 1.741147 | 1.018211 | 1.537791 | 0.991122 | 1.018547 | 0.944922 |

زمانهای عملکرد رله­ها در کلیه حالات شبکه به ازای یک دسته TSM واحد برای همه حالات

*برقراری هماهنگی در تک تک حالات*

جفت جریانهای لازم برای هماهنگی هر حالت را در جداول قبلی نشان دادیم،اکنون برای اینکه بتوانیم حالات نزدیک به هم را شناسایی کنیم،جفت جریان­های هر حالت را به الگوریتم ژنتیک وارد می­کنیم و TSMها و زمان عملکرد رله ­ها را در جداول زیر لیست نموده­ایم.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | حالت اول | | حالت دوم | | حالت سوم | |
| *Relay number* | *TSM* | *t self* | *TSM* | *t self* | *TSM* | *t self* |
| *1* | *0.3* | *0.78866244* | *0.33* | *0.853836421* | *0.35* | *0.897443176* |
| *2* | *0.31* | *0.804258237* | *0.38* | *0.968137757* | *0.4* | *1.024469301* |
| *3* | *0.34* | *0.877204307* | *0.4* | *1.018260024* | *0.39* | *0.985722123* |
| *4* | *0.25* | *0.716675513* | *0.33* | *0.840013953* | *0.31* | *0.875222251* |
| *5* | *0.21* | *0.566282467* | *0.29* | *0.719213105* | *0.29* | *0.775223021* |
| *6* | *0.25* | *0.68027829* | *0.33* | *0.889557152* | *0.37* | *0.990449894* |
| *7* | *0.27* | *0.712682244* | *0.35* | *0.916373587* | *0.36* | *0.901361335* |
| *8* | *0.2* | *0.626602711* | *0.3* | *0.910317078* | *0.2* | *0.581704605* |
| *9* | *0.05* | *0.185939216* | *0.33* | *0.867045392* | *0.05* | *0.182856626* |
| *10* | *0.05* | *0.140990163* | *0.09* | *0.243867121* | *0.23* | *0.619098672* |
| *11* | *0.05* | *0.141906214* | *0.12* | *0.320116735* | *0.32* | *0.791910317* |
| *12* | *0.15* | *0.431384366* | *0.34* | *1.007347643* | *0.14* | *0.396336854* |
| *13* | *0.14* | *0.5647081* | *0.25* | *0.992202392* | *0.14* | *0.517884059* |
| *14* | *0.17* | *0.402493476* | *0.21* | *0.488072977* | *0.34* | *0.801550273* |
| *15* | *0.17* | *0.404019688* | *0.24* | *0.564606012* | *0.39* | *0.946384486* |
| *16* | *0.06* | *0.326926617* | *0.1* | *0.490453433* | *0.11* | *0.593445736* |

محاسبه TSM وزمانهای عملکرد رله­ها به کمک الگوریتم ژنتیک در حالات اول تا سوم

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | حالت چهارم | | حالت پنجم | | حالت ششم | |
| *Relay number* | *TSM* | *t self* | *TSM* | *t self* | *TSM* | *t self* |
| *1* | *0.4* | *1.009219718* | *0.4* | *1.001213364* | *0.4* | *1.016236984* |
| *2* | *0.39* | *0.988447038* | *0.47* | *1.166718313* | *0.43* | *1.051299887* |
| *3* | *0.39* | *0.983585903* | *0.46* | *1.132342678* | *0.43* | *1.054045124* |
| *4* | *0.37* | *1.028816319* | *0.4* | *1.011460894* | *0.4* | *1.019933464* |
| *5* | *0.36* | *0.950177402* | *0.39* | *0.981209212* | *0.4* | *0.994238423* |
| *6* | *0.36* | *0.958772261* | *0.44* | *1.171364073* | *0.39* | *1.046776997* |
| *7* | *0.35* | *0.902544665* | *0.44* | *1.073320141* | *0.39* | *1.008442983* |
| *8* | *0.28* | *0.851643192* | *0.33* | *0.968373189* | *0.33* | *1.000131772* |
| *9* | *0.23* | *0.726217416* | *0.39* | *1.027038043* | *0.41* | *1.039977725* |
| *10* | *0.24* | *0.647607218* | *0.31* | *0.827858419* | *0.29* | *0.75792561* |
| *11* | *0.25* | *0.667972947* | *0.39* | *0.972846029* | *0.3* | *0.78825452* |
| *12* | *0.35* | *0.89523853* | *0.4* | *1.143530668* | *0.46* | *1.177930285* |
| *13* | *0.31* | *0.907079335* | *0.29* | *1.087071966* | *0.38* | *1.11105243* |
| *14* | *0.36* | *0.834573227* | *0.44* | *1.007452179* | *0.41* | *0.922918446* |
| *15* | *0.38* | *0.877562078* | *0.47* | *1.124560353* | *0.42* | *0.968728637* |
| *16* | *0.24* | *0.769387431* | *0.17* | *0.815869629* | *0.27* | *0.850899203* |

محاسبه TSM وزمانهای عملکرد رله­ها به کمک الگوریتم ژنتیک در حالات چهارم تا ششم

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | حالت هفتم | | حالت هشتم | |
| *Relay number* | *TSM* | *t self* | *TSM* | *t self* |
| *1* | *0.41* | *1.028876747* | *0.44* | *1.108153168* |
| *2* | *0.44* | *1.090785329* | *0.45* | *1.110172841* |
| *3* | *0.45* | *1.09847794* | *0.48* | *1.176838862* |
| *4* | *0.42* | *1.055542114* | *0.45* | *1.132313071* |
| *5* | *0.4* | *0.991734044* | *0.47* | *1.09558365* |
| *6* | *0.4* | *1.081580325* | *0.42* | *1.111226055* |
| *7* | *0.4* | *1.029128993* | *0.45* | *1.153382733* |
| *8* | *0.34* | *1.015285284* | *0.36* | *1.089781055* |
| *9* | *0.42* | *1.086198957* | *0.47* | *1.170018806* |
| *10* | *0.29* | *0.771222551* | *0.35* | *0.919988049* |
| *11* | *0.31* | *0.822757243* | *0.34* | *0.898985411* |
| *12* | *0.47* | *1.214174294* | *0.55* | *1.296645696* |
| *13* | *0.4* | *1.151878503* | *0.42* | *1.219580245* |
| *14* | *0.41* | *0.934312501* | *0.48* | *1.088011383* |
| *15* | *0.44* | *1.005544927* | *0.47* | *1.079749031* |
| *16* | *0.27* | *0.85727298* | *0.31* | *0.944922233* |

محاسبه TSM وزمانهای عملکرد رله­ها به کمک الگوریتم ژنتیک در حالات هفتم و هشتم

*دسته بندی حالات شبکه به کمک تشکیل تابع هدف*

چنانچه در بخش قبل بحث نمودیم حالات مختلف شبکه از باید دسته بندی نماییم ،به همین منظور یک ماتریس تشکیل دادیم که حاکی از مقدار تابع هدف برای حالات مختلف به ازای استفاده از تنظیمات حالات دیگر بود.این ماتریس در زیر تشکیل شده به صورت زیر می­­باشد.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *config1* | *config2* | *config3* | *config4* | *config5* | *config6* | *config7* | *config8* |
| *Setting1* | *3.577973* | *70.89921* | *71.23807* | *79.99026* | *82.35395* | *84.17869* | *84.4777* | *86.5424* |
| *Setting2* | *9.213105* | *2.534715* | *15.55054* | *23.44207* | *24.85351* | *28.47358* | *37.66546* | *39.50132* |
| *Setting3* | *3.526792* | *18.34996* | *2.738794* | *23.17719* | *28.23719* | *36.75658* | *34.50962* | *44.89853* |
| *Setting4* | *24.89278* | *17.06198* | *18.37524* | *2.985626* | *23.77866* | *11.77234* | *10.97408* | *18.95676* |
| *Setting5* | *13.72199* | *4.762218* | *9.469283* | *17.61528* | *5.05797* | *15.0863* | *19.83677* | *18.33623* |
| *Setting6* | *33.11575* | *15.11128* | *24.44196* | *5.276754* | *17.01445* | *2.549843* | *10.14891* | *8.420545* |
| *Setting7* | *34.2988* | *19.82628* | *24.22388* | *3.295294* | *21.1483* | *8.61321* | *2.737961* | *8.879507* |
| *Setting8* | *38.23435* | *18.12426* | *27.05592* | *6.562437* | *16.78067* | *3.579636* | *5.955349* | *3.397879* |

ماتریس محاسبه نزدیکی حالات مختلف با توجه به مقدار تابع هدف هر حالت در TSM حالت دیگر

چنانچه از جدول حالات نزدیک به هم را دنبال کنیم به این صورت می­توان آنها را دسته بندی نمود:

|  |
| --- |
| *6.8.9* |
| *2,5* |
| *1,3* |
| *4,7* |

حالات نزدیک به هم

حالت 9 در واقع حالتی است که شبکه در همه حالات می­تواند از آن استفاده کند.

حال با توجه به تقسیم بندی بالا جفت جریانها را در چهار حالت بالا به ژنتیک الگوریتم می­دهیم تا چهار دسته تنظیم زمانی برای آنها به دست آید.سپس به بررسی زمان عملکرد،فاصله زمانی رله­ها و مقدار تابع هدف می­پردازیم .

*تنظیم شماره 1: ترکیب حالات 1و3*

جفت جریان های محاسبه شده در حالات 1و3 را به الگوریتم ژنتیک می­دهیم،تنظیمات به دست آمده به صورت زیر خواهد بود.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | Relay No. |
| 0.2 | 0.37 | 0.36 | 0.31 | 0.32 | 0.38 | 0.4 | 0. 36 | TSM |
| 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | Relay No. |
| 0.11 | 0.39 | 0.34 | 0.14 | 0.13 | 0.31 | 0.23 | 0. 1 | TSM |

تنظیم شماره 1(ترکیب حالات 1و3) به کمک الگوریتم تطبیقی و ژنتیک الگوریتم

جدول زیر زمان عملکرد رله­های این دوحالت با استفاده از تنظیم جدید و نیز با تنظمی قبلی را نشان می­دهد.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | حالت اول | | حالت سوم | |
| Relay No. | زمان عملکرد جدید | زمان عملکرد قبلی | زمان عملکرد جدید | زمان عملکرد قبلی |
| 1 | 0.7765 | 1.2656 | 0.8974 | 1.1129 |
| 2 | 0.8658 | 1.1223 | 0.9232 | 1.2310 |
| 3 | 0.8825 | 1.1723 | 0.9857 | 1.2258 |
| 4 | 0.7346 | 1.2656 | 0.8752 | 1.2523 |
| 5 | 0.7780 | 1.2411 | 0.7752 | 1.2367 |
| 6 | 1.0040 | 1.1411 | 0.9904 | 1.1258 |
| 7 | 0.9591 | 1.1843 | 0.9014 | 1.1130 |
| 8 | 0.6142 | 1.1167 | 0.5817 | 1.0576 |
| 9 | 0.1859 | 1.7553 | 0.1829 | 1.7262 |
| 10 | 0.6373 | 0.9813 | 0.6191 | 0.9533 |
| 11 | 0.8940 | 0.9678 | 0.7919 | 0.8573 |
| 12 | 0.4020 | 1.6052 | 0.3963 | 1.5825 |
| 13 | 0.5371 | 1.6507 | 0.5179 | 1.5917 |
| 14 | 0.8218 | 1.1500 | 0.8016 | 1.1217 |
| 15 | 0.9516 | 1.1488 | 0.9464 | 1.1424 |
| 16 | 0.5975 | 1.7530 | 0.5934 | 1.7411 |

مقایسه زمان عملکرد قبلی و جدیدرله­ها در حالات 1و3

همانطور که دیده می­شود با به کارگیری الگوریتم جدید زمان عملکرد رله­ها به میزان قابل توجهی کاهش داشته است که نشان از موفقیت الگوریتم تطبیقی دارد.

*تنظیم شماره 2 :ترکیب حالات 2 و5*

TSMهای به دست آمده ناشی از ترکیب دو حالت در جدول زیر آمده است:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | Relay No. |
| 0.33 | 0.44 | 0.44 | 0.39 | 0.4 | 0.46 | 0.47 | 0.4 | TSM |
| 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | Relay No. |
| 0.17 | 0.47 | 0.44 | 0.29 | 0.4 | 0.39 | 0.31 | 0.39 | TSM |

تنظیم شماره 2(ترکیب حالات2و5) به کمک الگوریتم تطبیقی و ژنتیک الگوریتم

جدول زیر زمان عملکرد رله­های این دوحالت با استفاده از تنظیم جدید و نیز با تنظمی قبلی را نشان می­دهد.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | حالت دوم | | حالت پنجم | |
| Relay No. | زمان عملکرد جدید | زمان عملکرد قبلی | زمان عملکرد جدید | زمان عملکرد قبلی |
| 1 | 0.9287 | 1.1290 | 0.9012 | 1.098832 |
| 2 | 1.0956 | 1.1451 | 1.0667 | 1.117386 |
| 3 | 1.0522 | 1.2128 | 1.0323 | 1.19194 |
| 4 | 0.9162 | 1.1362 | 0.9115 | 1.130905 |
| 5 | 0.8823 | 1.1753 | 0.8812 | 1.173947 |
| 6 | 1.0843 | 1.1248 | 1.0714 | 1.112528 |
| 7 | 1.0357 | 1.1670 | 0.9733 | 1.102929 |
| 8 | 0.9169 | 1.0960 | 0.8684 | 1.043756 |
| 9 | 0.9298 | 1.2592 | 0.9270 | 1.25586 |
| 10 | 0.7480 | 0.9644 | 0.7279 | 0.941486 |
| 11 | 0.9856 | 0.9492 | 0.8728 | 0.850617 |
| 12 | 1.0596 | 1.6018 | 1.0435 | 1.579574 |
| 13 | 1.0255 | 1.6393 | 0.9871 | 1.583262 |
| 14 | 0.9280 | 1.1318 | 0.9075 | 1.109122 |
| 15 | 1.0292 | 1.1292 | 1.0246 | 1.12456 |
| 16 | 0.7174 | 1.5407 | 0.7159 | 1.537791 |

مقایسه زمان عملکرد قبلی و جدیدرله­ها در حالات 2و5

*تنظیم شماره 3:ترکیب حالات 4و7*

TSMهای به دست آمده ناشی از ترکیب دو حالت در جدول زیر آمده است:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | Relay No. |
| 0.33 | 0.51 | 0.47 | 0.44 | 0.42 | 0.51 | 0.50 | 0.45 | TSM |
| 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | Relay No. |
| 0.32 | 0.55 | 0.54 | 0.38 | 0.45 | 0.46 | 0.42 | 0.32 | TSM |

تنظیم شماره 3(ترکیب حالات 4و7) به کمک الگوریتم تطبیقی و ژنتیک الگوریتم

جدول زیر زمان عملکرد رله­های این دوحالت با استفاده از تنظیم جدید و نیز با تنظمی قبلی را نشان می­دهد.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | حالت چهارم | | حالت هفتم | |
| Relay No. | زمان عملکرد جدید | زمان عملکرد قبلی | زمان عملکرد جدید | زمان عملکرد قبلی |
| 1 | 0.9385 | 1.113185 | 0.9628 | 1.087983 |
| 2 | 1.0507 | 1.142262 | 1.0746 | 1.118414 |
| 3 | 1.0736 | 1.210567 | 1.1084 | 1.196092 |
| 4 | 0.9838 | 1.25431 | 1.0243 | 1.244215 |
| 5 | 0.9560 | 1.23787 | 1.0024 | 1.23401 |
| 6 | 1.0640 | 1.123519 | 1.1024 | 1.113281 |
| 7 | 1.1199 | 1.166004 | 1.0978 | 1.102345 |
| 8 | 0.8018 | 1.102847 | 0.8021 | 1.048235 |
| 9 | 0.8033 | 1.503397 | 0.8505 | 1.49918 |
| 10 | 0.8999 | 0.93127 | 0.9316 | 0.915802 |
| 11 | 1.0211 | 0.911115 | 0.9684 | 0.834494 |
| 12 | 0.9462 | 1.415305 | 0.9931 | 1.411463 |
| 13 | 0.8821 | 1.219161 | 0.9224 | 1.208219 |
| 14 | 1.0289 | 1.100536 | 1.0614 | 1.084866 |
| 15 | 1.0573 | 1.092901 | 1.1041 | 1.090154 |
| 16 | 0.8313 | 1.018211 | 0.8816 | 1.018547 |

مقایسه زمان عملکرد قبلی و جدیدرله­ها در حالات 4و7

*تنظیم شماره 4 :ترکیب حالات 6و8*

این حالت ار آن جا که با بدترین حالت هماهنگی نزدیک است از همان تنظیمات ترکیب همه حالات که در قسمت اول هماهنگی با ژنتیک آمده بود استفاده می­شود.زمانهای عملکرد نیز در همان جدول ذکر گردیده بود.

1. 1- Least Square Error [↑](#footnote-ref-1)