

Válasz Dr. Péni Tamás bírálataira

Neukirchner László Richárd

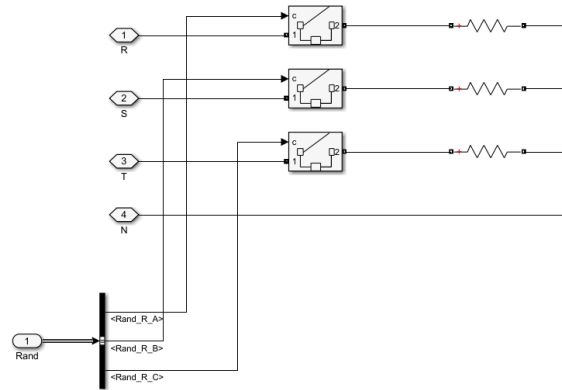
2021. december 1.

Nagyon hálás vagyok Önnek az alapos bírálatért, mint az előző, ebben az esetben is rendkívül sok helyen felfedte azokat a pontokat, melyek lehetőség szerinti megválaszolása jobb mederbe terelte a munkám. Ennél fogva igyekeztem ebben a dokumentumban összeszedni a válaszaimat a kérdéseire. A válaszaim úgy strukturáltam, hogy beillesztettem az Ön által írt szöveget (dőlt betűvel) majd rögtön alá írtam a válaszaim (normál betűsülusban).

Az alábbi válaszokkal tudok szolgálni:

Kérdés 1 *Az optimalizálási eljárás feltételezi, hogy f egy függvény, azaz minden optimalizálandó i_{abc} bemenethez egyértelműen rendel egy $f(V_{abc}(i_{abc}))$ kimeneti értéket. Mivel a vizsgált elektromos hálózat esetében nem garantálható, hogy minden kiértékeléskor a hálózat ugyanabból az állapotból indul, ezért ez itt nem teljesül. Lehet-e valamit mondani arról, hogy az ugyanahhoz a bemenethez tartozó " $f(\cdot)$ értékek" mennyire különböznek? A rendszernek ez a tulajdonsága mennyire befolyásolja a módszer alkalmazhatóságát?*

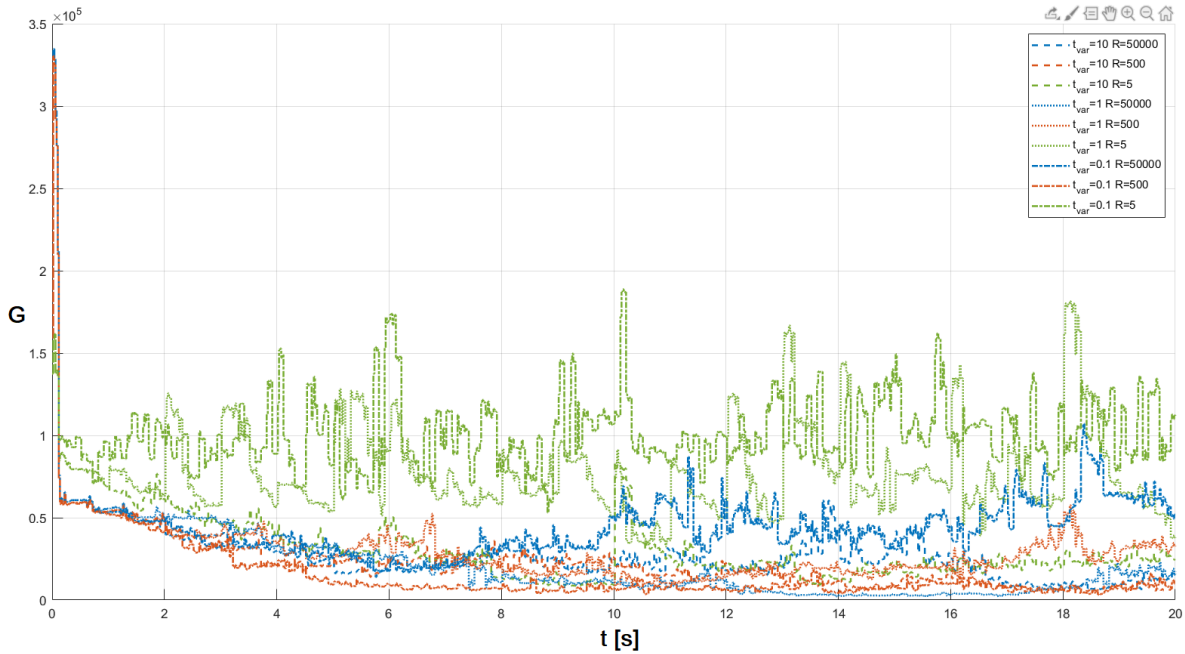
Válasz Ahogy azt intuitív módon kikövetkeztethető, a magas frekvenciájú, és magas amplitudójú változások a hálózaton ronthatják a módszer hatásfokát. Ezt az állítást alátámasztandó, egy főként rezisztív elemekkel ellátott teszt hálózatot hoztam létre ideális passzív elemekkel, és ideális forrással, majd szimulációs kísérleteket végeztem vele. Ezután egy egyenletes eloszlású $[0.1]$ értelmezési tartományú jellel kezdtem egy hálózat egy leágazásán egy-egy fázisonkénti rezisztív fogyasztót fel és lekapcsolni (1. ábra).



1. ábra. Véletlenszerű terhelés implementációja

A fel, és lekapcsolt rezisztív fogyasztók méretét ($R = [50000, 500, 5] \Omega$) és a fogyasztók kapcsolási időállandóját ($t_{var} = [10, 1, 0.1] s$), ezután véletlenszerűen változtattam három különböző nagyságrendű érték között. Az eredmények az 2 ábrán láthatóak.

Az 2 ábrán látható, hogy az algoritmus azokkal a futási esetekkel birkózott meg legrosszabbul, ahol a hálózati aszimmetria G -ben vett értéke, a legmagasabb



2. ábra. Véletlen szerű terhelés eredményei.

volt, ami fordítottan arányos a példában a hálózaton kapcsolgatott rezisztív fogyasztók értékével.

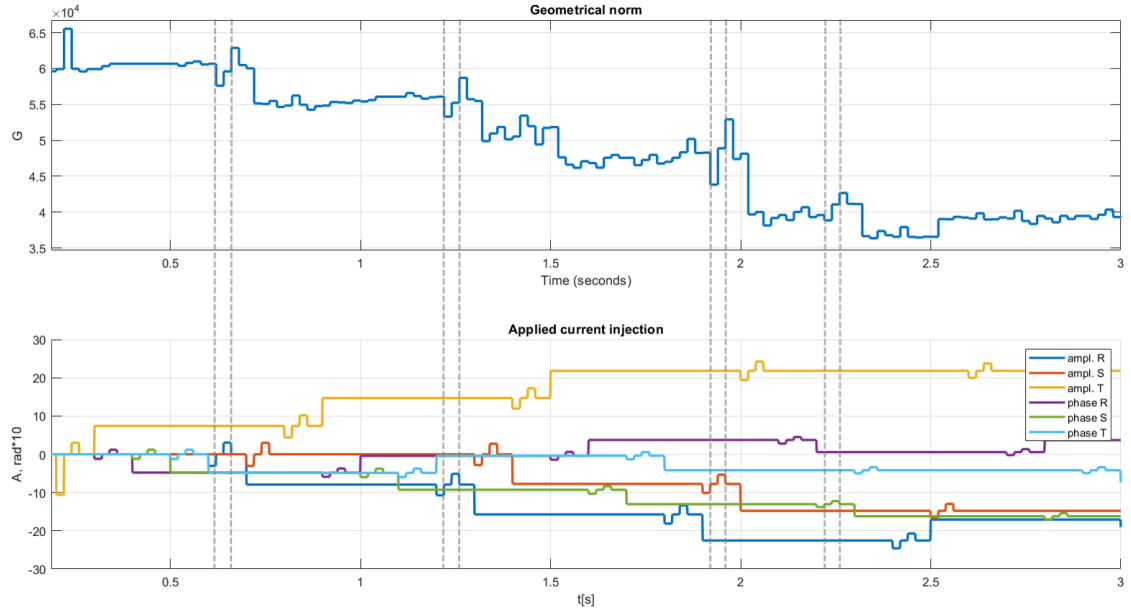
Kérdés 2 Az APPS működése során, a keresési irány módosításához több pontban ki kell értékelni az optimalizálandó függvényt. Ez jelen esetben a szimuláció futtatását jelenti. Hogyan lehet ezt megvalósítani egy valós rendszernél, azaz mennyire kell tartani attól, hogy ezek a kiértékelések hibás működést (nem megengedett performanciacsökkenést) eredményeznek?

Válasz Az algoritmus lépése előtti próba-kiértékelések látható módon valóban kisebb tranzienszt okoznak a hálózaton, de jó látható, hogy a megfelelő lépések megtétele (azaz a megfelelő áram fázor hálózatba táplálása) után a szóban forgó tranziens lecseng és a költségfüggvény a tranziens előtti értéknél kisebb értékhez konvergál, ami az optimalizáló megfelelő működését jelenti. Fontos megjegyezni, hogy ezek a tranziensek befolyással lehetnek a teljes harmonikus torzításra (THD), de a dolgozatot megalapozó kutatás során ezzel nem foglalkoztunk. Az algoritmus működése a 3. ábrán látható.

Kérdés 3 Hogyan történt a mérések ütemezése, azaz a bemenet megváltoztatása után mennyi idő telt el (mennyi ideig kellett szimulálni a rendszert) a következő mérési adat kiolvasásáig?

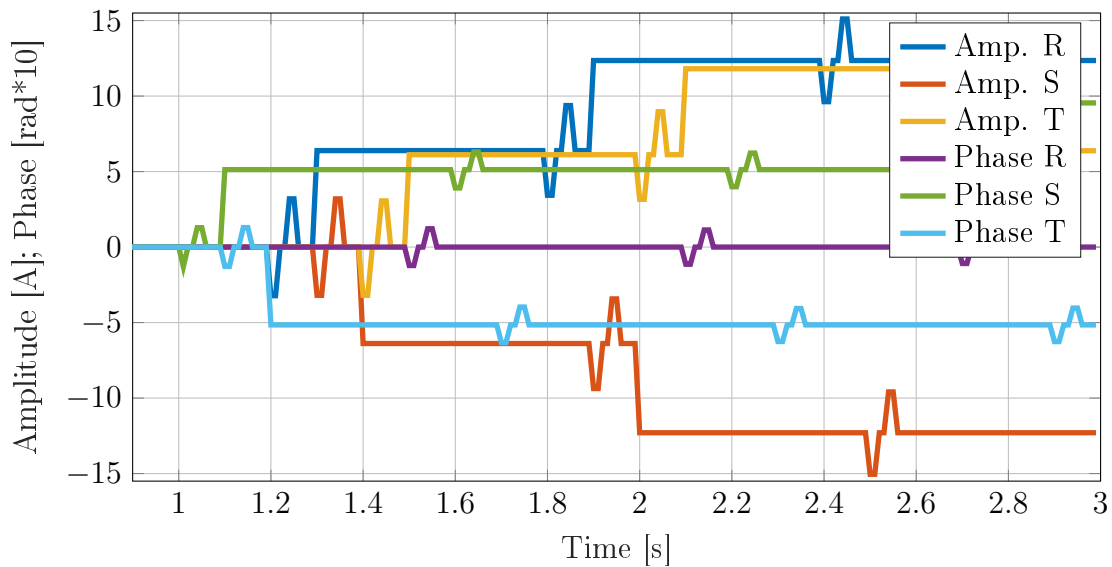
Válasz Az APPS algoritmus ütemezését a 4. ábra szemlélteti. Az tengelyek szigorú, soros, 0.1 szekundumos eltolású szekvenciával rendelkeznek, hogy az egyes lépések tesztelése ne lehessen szuperpozícióban. Minden alkalommal, hogy a következő lépés iránya meghatározható legyen egy-egy 0.02 s fix nagyságú gerjesztést ad a hálózatra aminek hatására az lépési irány meghatározásra kerül az Algorithm 1. szerint. Az alkalmazott algoritmus tehát tengelyenként tesz meg egy-egy lépést, amely egy tengelyre az alábbi részfeladatokból áll:

1. f_{norm} kiértékelése.



3. ábra. A beavatkozó jelek (amplitúdók és fázisok) összehasonlítása a geometriai norma változásával.

2. Tesztlépés pozitív irányba, és f_{norm} kiértékelése.
3. Tesztlépés negatív irányba, és f_{norm} kiértékelése.
4. Amennyiben lehetséges $\mathbf{x}_j$, és ezzel i_{abc} megváltoztatása.



4. ábra. APPS ütemezési ábra.

Kérdés 4 Az optimalizálási feladatban szerepelnek beavatkozójelre vonatkozó korlátozások is. Ezeket hogyan lehet kezelni az APPS algoritmussal?

Válasz A dolgozatban leírt algoritmus korlátozás nélküli optimalizálást valósít meg, megengedve annak a lehetőségét, hogy a különböző szélsőséges helyzetekben is tesztelhető legyen (fáziszárlat, fázisszakadás). Természetesen ez kiegészíthető korlátozott változatra is, mivel egy valós berendezés, főleg háztartási méretekben nem képes korlátlan mennyiségű energiát a hálózatra táplálni. Ezt az

alább kiegészített pszeudokód valósítja meg (Algorithm 1.). A korlátok figyelembe vétele a kiadott háromfázisú áram értékekre az inverter implementációval hardver szinten is megvalósul, ezt a dolgozat függeléke tartalmazza.

Kérdés 5 *Az APPS algoritmus ismertetésénél található néhány apróbb elírás, hiányosság: például mi a q pontosan? Látszólag az iterációs lépésszám, de nem világos, hogy honnan indul, hogyan inicializáljuk?*

Válasz q valóban az iterációs lépésszám, inicializációja valóban nem lett az algoritmusban elhelyezve, ennél fogva helyesen az (Algorithm 1.)-ben a következőképp kerül leírásra (az előző kérdésekben megjelölt változtatási javaslatokkal együtt):

Algorithm 1: Asynchronous Parallel Pattern Search

```

 $q = 0, \mathbf{x}_i^0 = 0, \Delta_j^0 = 0, d_j^{(q)} = 1;$ 
while  $f_{norm}[\mathbf{x}_j^q + \Delta_j^{(q)} d_j^{(q)}] \neq 0$  do
    for  $j=1; j \leq 6; j++$  do
         $d_j^{(q)} = 0.5(\text{sign}(N^{(q-3)} - N^{(q-2)} + \text{sign}(N^{(q-4)} - N^{(q-3)})))$ ;
         $\Delta_j^{(q)} = n_j N^{(q-1)} \Delta_j^{(q-1)} + \Delta_j^{(q-2)} + m_j N^{(q-1)}$ ;
         $N^{(q)} = f_{norm}[\mathbf{x}_j^{(q)} + \Delta_j^{(q)} d_j^{(q)}]$ ;
        if  $f_{norm}[\mathbf{x}_j^{(q)} + \Delta_j^{(q)} d_j^{(q)}] < f_{norm}[\mathbf{x}_j^{(q)}]$  then
            if  $\mathbf{x}_j^{(q)} + \Delta_j^{(q)} d_j^{(q)} \geq \epsilon_j$  then
                 $\mathbf{x}_j^{(q+1)} = \epsilon_j$ ;
            else
                if  $\mathbf{x}_j^{(q)} + \Delta_j^{(q)} d_j^{(q)} \leq -\epsilon_j$  then
                     $\mathbf{x}_j^{(q+1)} = -\epsilon_j$ ;
                else
                     $\mathbf{x}_j^{(q+1)} = \mathbf{x}_j^{(q)} + \Delta_j^{(q)} d_j^{(q)}$ ;
                end
            end
             $i_{abc} = f_{current}[\mathbf{x}]$ ;
        else
             $\mathbf{x}_j^{(q+1)} = \mathbf{x}_j^{(q)}$ ;
        end
    end
     $q++$ ;
end

```

Ahol ϵ_j az amplitúdó és fázis korlátozások vektora.

A konstruktív és pozitív bírálatot, és a befektetett időt és energiát még egyszer köszönöm!

Tisztelettel,



 Neukirchner László Richárd

Veszprém, 2021. december 1.