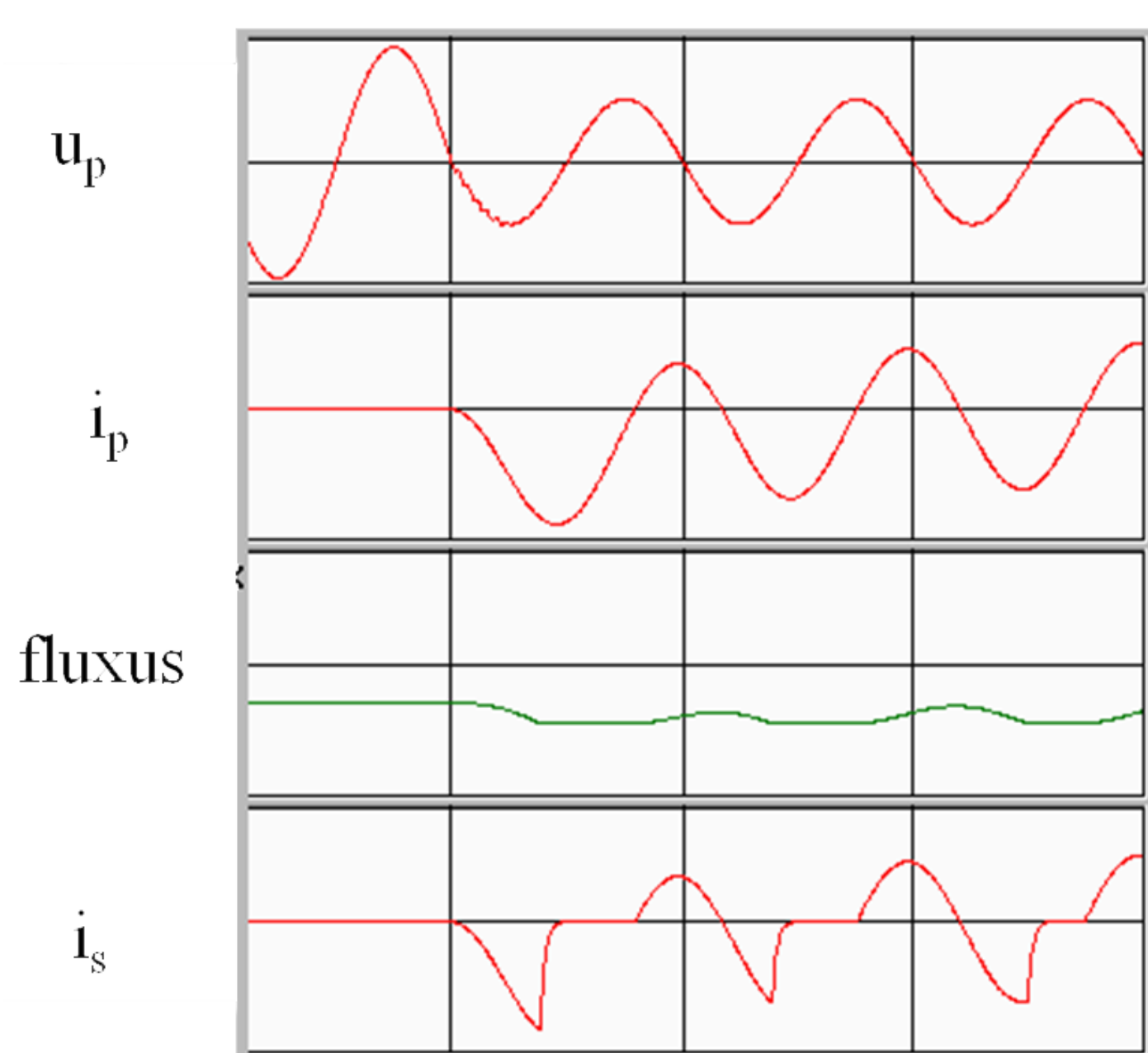


ÁRAMVÁLTÓ-TELÍTÉS HATÁSA A TÁVOLSÁGVÉDELEM MŰKÖDÉSÉRE

Pauló Bence, Dr. Petri Kornél

A folyamatos villamosenergia-ellátás biztonságának fenntartása érdekében a rendszer elemeit óvnunk kell az esetlegesen bekövetkező hibáktól, zárlatoktól, ellenkező esetben a berendezések azonnali tönkremenetelével (pl. kigyulladó transzformátor, leégő kábel, stb.), a rendszer stabilitásának megbomlásával, ellátáskieséssel kellene számolnunk. Az óvintézkedések koordinálói a védelmi készülékek, melyek csendes őrszemekként folyamatosan figyelik a hálózat paramétereit, és hiba esetén a másodperc tört része alatt döntést hoznak, majd parancsot adnak az elvégzendő műveletekre. A védelmek „szemeinek” megfelelő berendezések a feszültség- és áramváltók, melyek bizonyos esetekben „érzéki csalódás” áldozatai lehetnek. Nagy zárlati áramok esetén az áramváltók vasmagja telítésbe kerülhet, ezáltal a szekunder oldalon torzult jelalak jöhet létre (1. ábra).



1. ábra – A telített áramalak

NUMERIKUS MÓDSZEREK

A mikroprocesszoros védelmek érzékelése az analóg szekunder jelek mintavételezésével történik. Azonban a mért pillanatértékek önmagukban nem használhatóak fel egy impedancia mérésén alapuló védelem számára, ezért a jelek effektív értékére van szükség.

FOURIER-SZŰRÉS

A módszer alapfeltételezése, hogy a bemenet periodikus időfüggvény, amely tetszőleges karakterisztikus felharmonikusokat és egyenkomponenst is tartalmaz. Az ilyen időfüggvények periodikus szinuszos jelekből álló függvények sorba fejthetők. Az alapharmonikus szinuszos és koszinuszos összetevőket meghatározva az alapharmonikus 50 Hz-es komplex impedancia egyszerűen kiszámítható.

A feszültség alapharmonikusának összetevői:

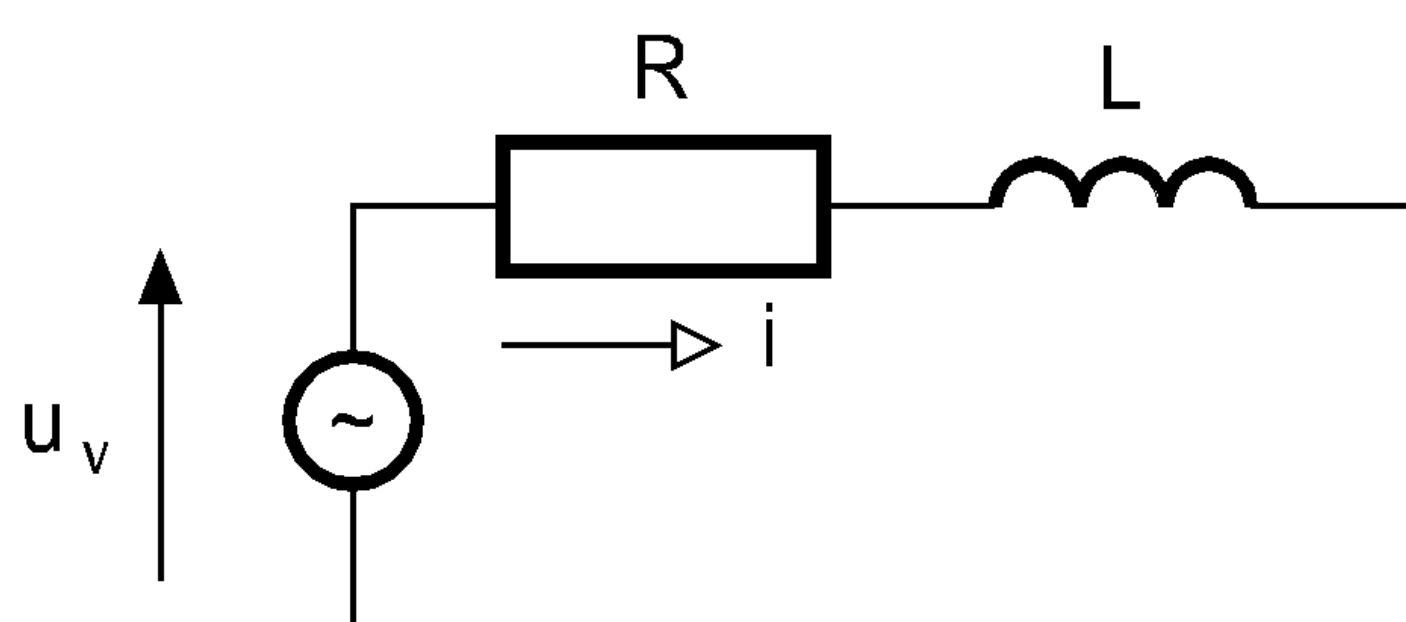
$$A = \frac{2}{\pi} \sum_{k=1}^N u_k \cos k\omega t \Delta t = \sum_{k=1}^N a_k u_k$$

$$B_u = \frac{2}{\pi} \sum_{k=1}^N u_k \sin k\omega t \Delta t = \sum_{k=1}^N b_k u_k$$

A módszer megvalósítása alapvető problémákat rejt. A legfontosabb a bemenő jel periódusosságának feltételezése. A zárlati tranziensek lecsengő egyenkomponenst és csillapodó felharmonikusokat tartalmaznak, amelyek nem teljesítik a feltételezéseinket, ennek következtében hibára kell számítanunk. Mindemellett a módszer teljes periódusnyi mintavételi ablakkal dolgozik, ennek megfelelően az algoritmus alapkélséltetése egy teljes periódus.

R-L KÖR DIFFERENCIÁLEGYENLETÉN ALAPULÓ MÓDSZER

Helyettesítsük a zárlati áramhurokot (amely lehet egy fázis-fázis illetve FN zárlatnál egy fázis-föld hurok) egy egyszerű soros R-L áramkörrel. Itt L értéke az áramkörök megosztó induktivitásából és hosszából adódó koncentrált induktivitás, az R ellenállás értéke pedig részben a távvezeték ohmos ellenállása részben pedig a hibahelyi impedanciát helyettesítő koncentrált ellenállás.



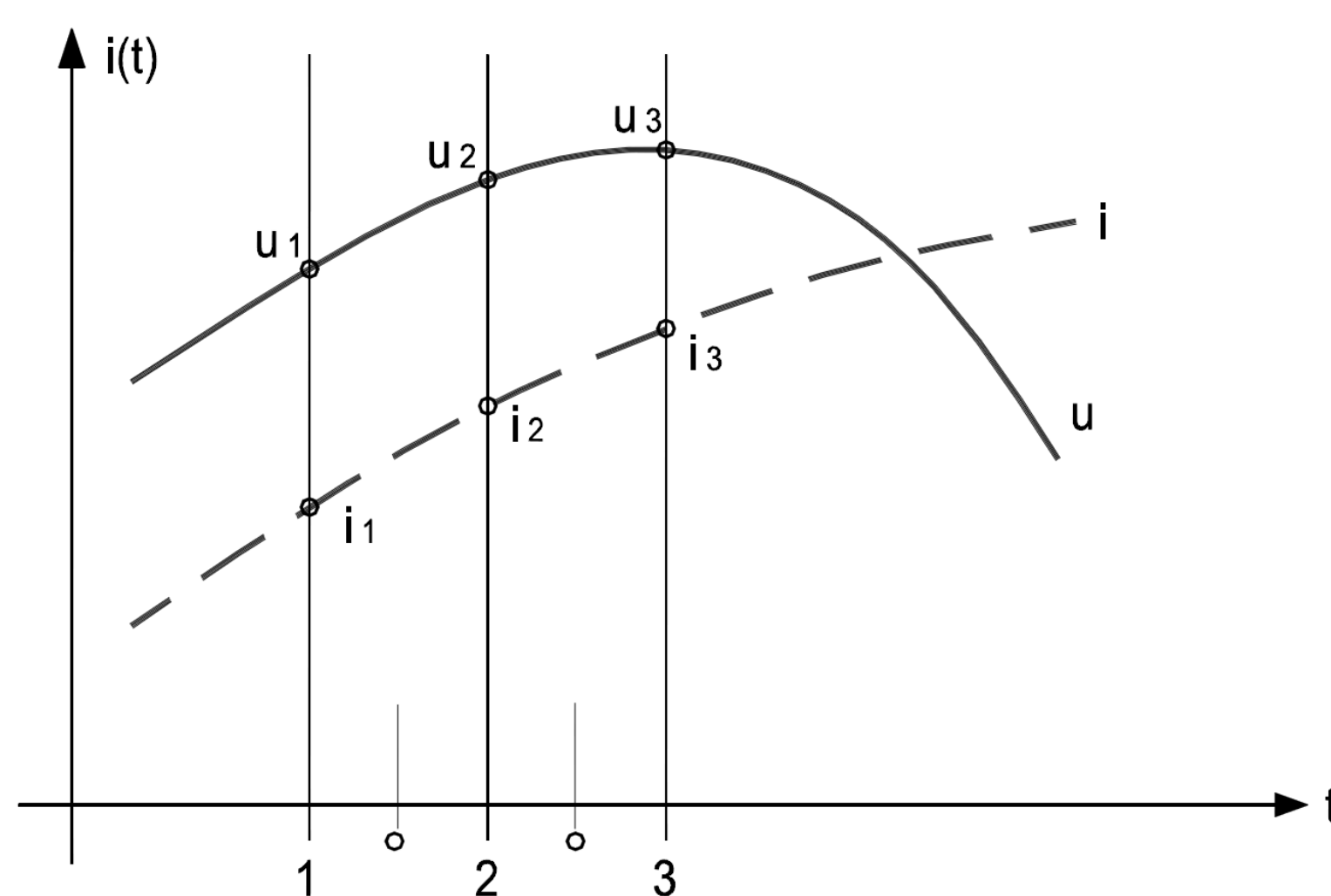
2. Ábra – Helyettesítés R-L körrel

Az R-L kör differenciálegyenletét felírhatjuk két különböző időpillanatra:

$$Ri_1 + L \frac{di_1}{dt} = u_1$$

$$Ri_2 + L \frac{di_2}{dt} = u_2$$

A DIFFERENCIÁLEGYENLET MEGOLDÁSA 3 MINTÁN ALAPULÓ ALGORITMUS (A3 MÓDSZER)



3. ábra – A3 módszer

$$R \frac{i_1 + i_2}{2} + L \frac{i_2 - i_1}{\Delta t} = \frac{u_1 + u_2}{2}$$

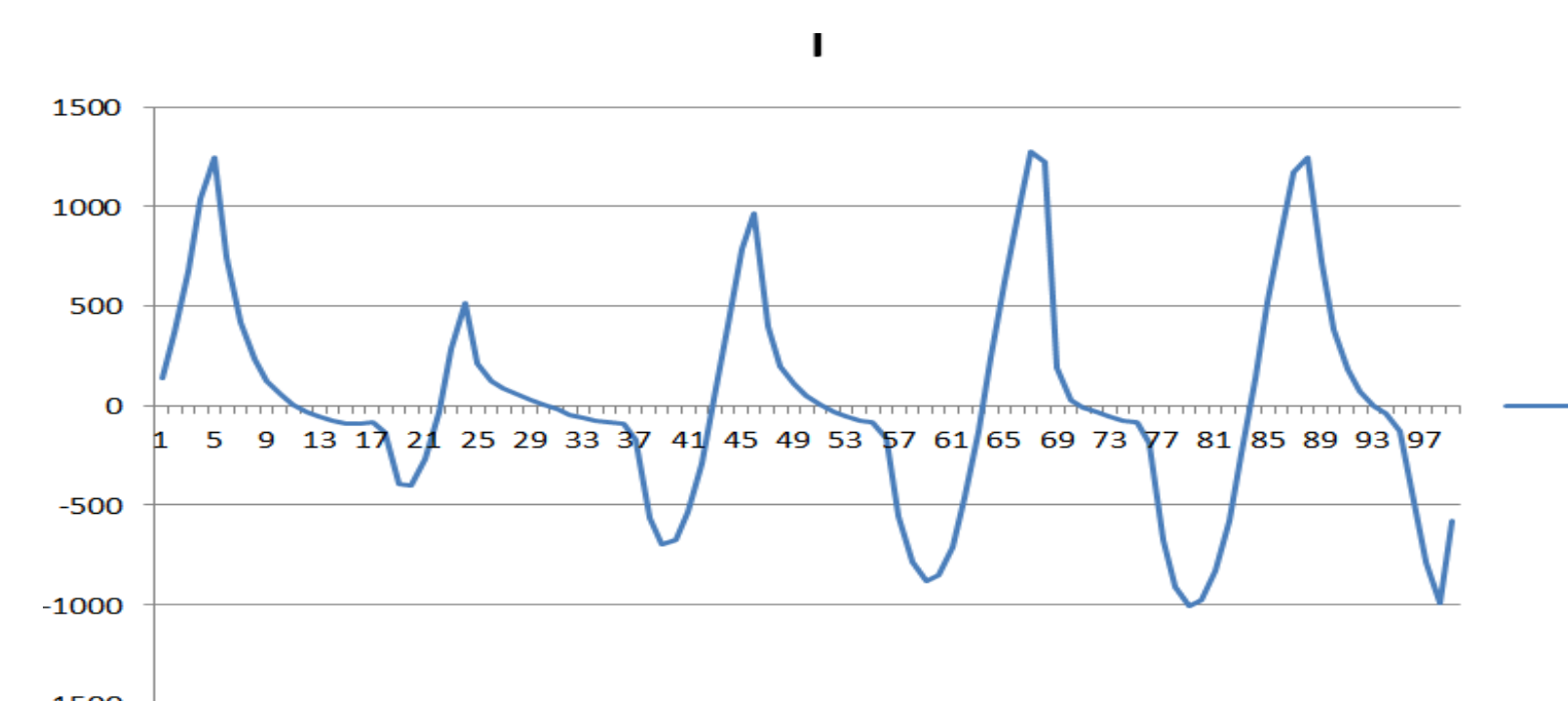
$$R \frac{i_2 + i_3}{2} + L \frac{i_3 - i_2}{\Delta t} = \frac{u_2 + u_3}{2}$$

Az A3-as algoritmus határozott előnye a Fourier-módszerhez képest, hogy jóval rövidebb idő elegendő lehet a jel megfelelő kiértékeléséhez (3 minta). Ezt a tulajdonságot a telített áramalakok esetén igyekeznünk kihasználni.

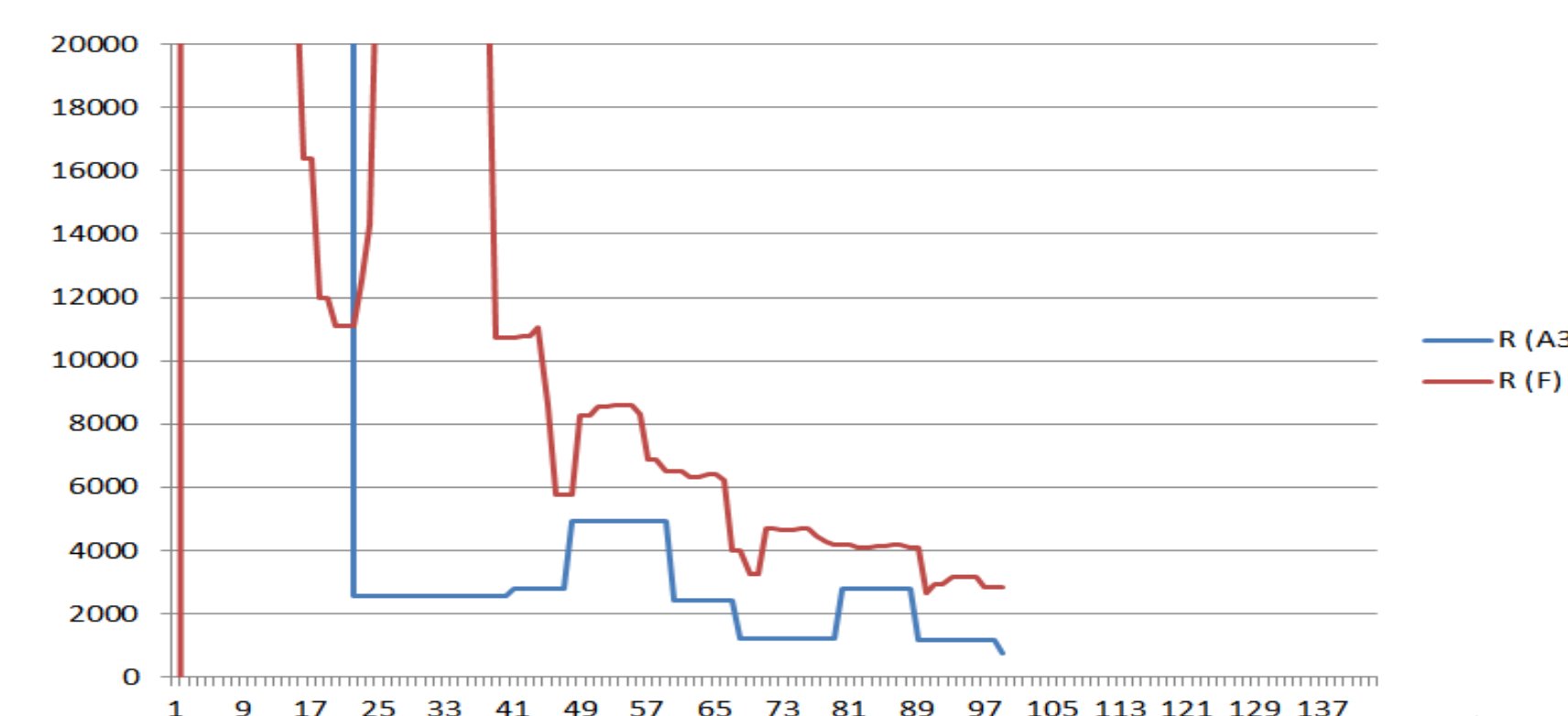
A szekunder oldali telített jelalakokról elmondható, hogy a levágás a szinusz lefutó oldalán jelenik meg, tehát várhatóan a felfutó szakasza egy darabig teljesen ép, így alkalmas lehet az A3-as módszerrel történő gyors kiértékelésre anélkül, hogy a torzulás hibát okozna a mérésben.

A KÉT MÓDSZER ÖSSZEHAISONLÍTÁSA

Az áramváltó telítésének következtében létrejött torz jelalak esetében nézzük meg a két algoritmus számításait a zárlatos hurok impedanciájára vonatkozóan.



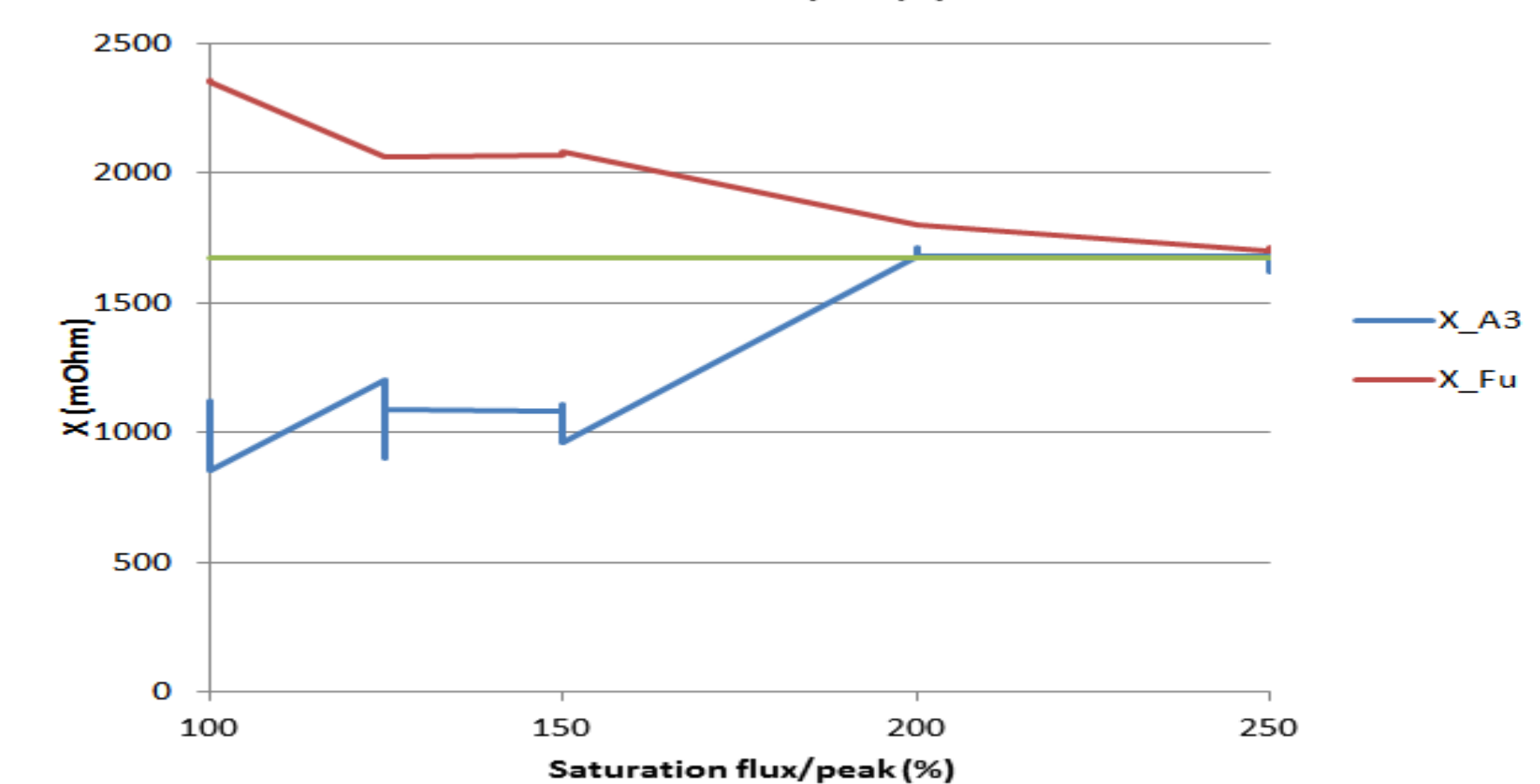
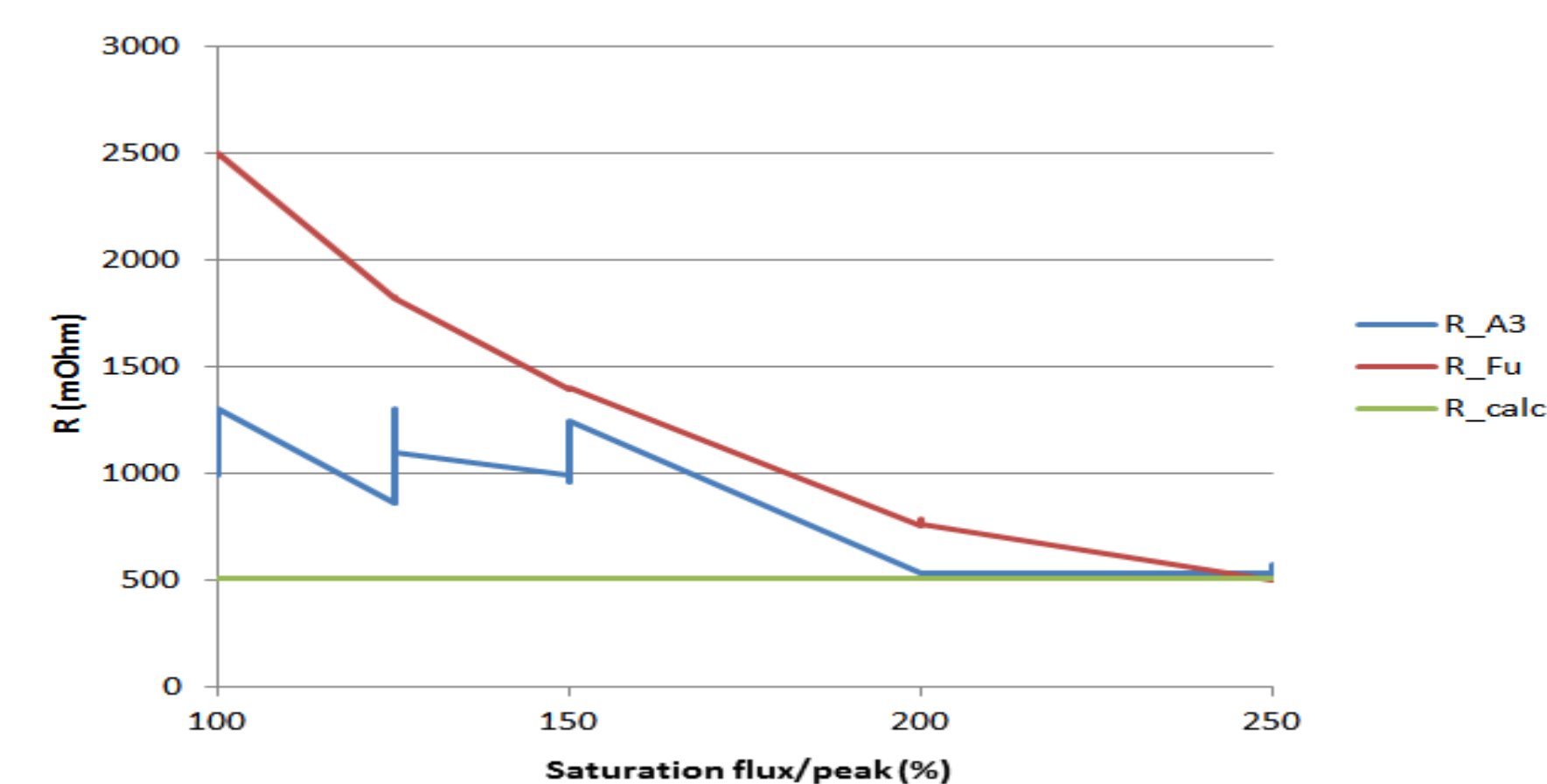
4. ábra – A vizsgált jelalak



5. ábra – Az algoritmusok számításai (R és X)

A fenti időfüggvények alapján (5. ábra) elmondható, hogy az A3-as módszer lényegesen gyorsabban közelíti a zárlatos hurok elméleti impedanciáját, a Fourier-ben nagyobb kilengések láthatóak. Azonban további mérések szükségesek a teljes körű értékeléshez.

A következő vizsgálat eredményeképpen látható, hogy a két algoritmus különbözően telített bemeneti jelalakok esetén mennyire pontos impedancia-értékeket szolgáltat.



6. ábra – Telítéstől függő eredmények

KONKLÚZIÓ

A 6. ábrán jól megfigyelhető, hogy főleg nagy telítés esetén jóval pontosabb eredményt szolgáltat az A3-as módszer, így az áramváltók túlméretezése, ezzel együtt a beruházási költsége is csökkenthető.

Azonban a reaktancia (X) görbén látható alulmérés aggodalomra ad okot. Ez a jelenség bizonyos esetekben a távolsági védelem indokolatlan megszólalását eredményezheti. Ennek megfelelően rendkívül körültekintően kell eljárni az A3-as módszer alkalmazásakor.