

5.1 Modelování drátových antén v časové oblasti metodou momentů

Vývoj programu

Program pro analýzu drátového dipólu implicitním přístupem je z hlediska implementace náročný. Nejdříve je nutné vypočítat budící Gaussův impuls modulovaný harmonickým signálem (5.1A.7):

```
EG=E0*4/(c*T*sqrt(pi)).*exp(-(4/T)^2*(t-t0-delt/2).*(t-t0-delt/2)).*cos(2*pi*f0*(t-delt/2));
```

V druhém kroku vyčíslíme hodnoty koeficientů $\kappa(m, n)$ a $\kappa(m^+, n^+)$ podle vztahu (5.1B.5) resp. (5.1B.13) a dále ještě vypočítáme vzdálenost mezi diskretizačními elementy dle (5.1B.7) a (5.1B.12). Máme možnost volby pro tento výpočet. Buď můžeme použít přesné vztahy (5.1B.7a) resp. (5.1B.12a), nebo přibližně se zanedbáním poloměru anténního vodiče dle (5.1B.7b) a (5.1B.12b) pokud $c\Delta t \gg a$.

```
Rmn=zeros(Nz+1,1);
kappa=zeros(Nz+1,1); % priprava vypoctu kappa dle vztahu (5.1B.5)
for m=0:Nz % vztah (5.1B.13)
    hlp1=log((m+0.5)*delz + sqrt(((m+0.5)*delz)^2+a^2));
    hlp2=log((m-0.5)*delz + sqrt(((m-0.5)*delz)^2+a^2));
    kappa(m+1)=(hlp1-hlp2);
    % vzdalenost diskret. elem. (5.1B.7) a (5.1B.12), mame moznost volby
    % (5.1B.7a) a (5.1B.12a)
    % pokud je splneno c*delt>>a je lepe pouzít (5.1B.7b) a (5.1B.12b) a
    % zanedbat polomer vodice (viz Vrstva B)
    % R(m+1)=sqrt(a^2+(m*delz)^2); % (5.1B.7a) a (5.1B.12a)
    R(m+1)= m*delz; % (5.1B.7b) a (5.1B.12b)
end
kappaFI=1/4/pi/ep*kappa; % kappa pro skalarni pot. (5.1B.13)
kappa=mi/4/pi*kappa; % kappa pro vektorovy pot. (5.1B.5)
```

Dále vyčíslíme hodnoty prvků matice vystupujících v rovnici (5.1B.35), tj. $[A_{11C}(m, n)]$, $[A_{12C}(m, n)]$ dle (5.1B.35) a (5.1B.22) pro vektorový potenciál a $[\varphi_{11C}(m, n)]$, $[\varphi_{12C}(m, n)]$ a $[\varphi_{13C}(m, n)]$ dle (5.1B.36), (5.1B.27b) a (5.1B.29) pro skalární potenciál. Zde je nutné znovu upozornit, že členy těchto matic se týkají proudů v čase $t_{Rk} > t_{k-1}$. V případě matic vektorového potenciálu $[A_{11C}(m, n)]$, $[A_{12C}(m, n)]$ je zdrojový text následující:

```
A11C=zeros(N,N); % koef. vekt. pot. dle (5.1B.35) a (5.1B.22)
A12C=zeros(N,N);
for m=1:N,
    for n=1:N,
        mn=abs(m-n); % uvazuj jen clen v case tk>=tRk>tk-1
        if(R(mn+1)<c*delt) % tj. vzdalenst musi byt mensi nez c*delt
            A11C(m,n)=A11C(m,n)+(1-R(mn+1)/c*delt)*kappa(mn+1);
            A12C(m,n)=A12C(m,n)+R(mn+1)/c*delt*kappa(mn+1);
        end
    end
end
```

V případě matic skalárního potenciálu $[\varphi_{11C}(m, n)]$, $[\varphi_{12C}(m, n)]$ a $[\varphi_{13C}(m, n)]$ uvedeme zde jen část kódu pro výpočet příspěvku prvního členu s indexy (m^+, n^+) v (5.1B.36), výpočet ostatních členů s indexy (m^+, n^-) , (m^-, n^+) a (m^-, n^-) je analogický:

```
FI11C=zeros(N,N); % koef. skal. pot. dle (5.1B.36)
FI12C=zeros(N,N); % pro ++ dle (5.1B.27b) a (5.1B.29);
FI13C=zeros(N,N); % pro ostatni kombinace analogicky

for m=1:N,
    for n=1:N,
        mn=abs(m-n); % vypocet indexu vzdalenosti mezi elementy
        mnPP=mn; % P je +; M je -
        mnPM=mn+1;
        mnMP=abs(mn-1);
        mnMM=mn;
        if(m<n)
            hlp=mnPM;
            mnPM=mnMP;
            mnMP=hlp;
        end
        % prispivaji jen clen, pro ktere plati tRk>tk-1
        if(R(mnPP+1)<c*delt)
            FI11C(m,n)=FI11C(m,n) -delt/delz/2*(1-R(mnPP+1)/c*delt)^2*kappaFI(mnPP+1); % (5.1B.29a)
            FI12C(m,n)=FI12C(m,n) -delt/delz/2*(1-(R(mnPP+1)
```

```

/cdelt)^2)*kappaFI(mnPP+1); %(5.1B.29b)
FI13C(m,n)=FI13C(m,n)-1/delz*kappaFI(mnPP+1); %(5.1B.27b)
    end
    .
    .
    .
end
end
end

```

Protože inverzní matice v soustavě (5.1B.35) nezávisí na čase, vyčíslíme ji před časovou smyčkou:

```

invA11CFI11C=inv(A11C+delt/delz/2*FI11C); % vycocet inverzni matice dle
(5.1B.35) leva strana

```

Nakonec implementujeme časovou smyčku, v níž počítáme na základě známých časových vzorků vektorového potenciálu a skalárního potenciálu vzorky budoucí. Poznamenejme, že hodnoty proudů, nebo hodnoty integrálů z proudů dle času, které nepadnou do diskretních okamžiků, jsou mezi těmito okamžiky lineárně aproximované. V proměnné *IS* je uložen integrál proudu, který je počítán dle lichoběžníkového pravidla. Význam proměnných by měl být zřejmý. Opět zde v případě výpočtu skalárního potenciálu uvádíme zdrojový kód jen pro výpočet příspěvku prvního členu s indexy (m^+, n^+) viz (5.1B.34) a (5.1B.36), výpočet ostatních příspěvků členů s indexy (m^+, n^-) , (m^-, n^+) a (m^-, n^-) je analogický.

```

% CASOVA SMYCKA
for k=3:Nt,
    A2=zeros(N,1); %(5.1B.19b)
    FI2=zeros(N,1); %(5.1B.36d), (5.1B.25b) a dale analog. pro +,-,+,-
    for m=1:N,
        for n=1:N,
            % vycocet indexu vzdalenosti mezi elementy
            mn=abs(m-n); % vektorovy potencial
            mnPP=mn; % skalarni potencial
            mnPM=mn+1; % P je +; M je -
            mnMP=abs(mn-1);
            mnMM=mn;
            if(m<n)
                hlp=mnPM;
                mnPM=mnMP;
                mnMP=hlp;
            end
            % dale jsou pocitany jen cleney, pro ktere plati: tRk<=tk-1
            if(R(mn+1)>=cdelt) % vektorovy potencial (5.1B.19b)
                tk=k-R(mn+1)/cdelt;
                if(tk>1)
                    ftk=floor(tk); % linearni aproximace proudu
                    In=(I(n,ftk+1)-I(n,ftk))*(tk-ftk)+I(n,ftk);
                    A2(m,1)=A2(m,1)+In*kappa(mn+1);
                end
            end
            if(R(mnPP+1)>=cdelt) % skalarni potencial ++; (5.1B.36d),
            (5.1B.25b)
                tk=k-R(mnPP+1)/cdelt;
                if(tk>1)
                    ftk=floor(tk); % linearni aproximace integralu proudu
                    ISn=(IS(n,ftk+1)-IS(n,ftk))*(tk-ftk)+IS(n,ftk);
                    FI2(m,1)=FI2(m,1)+ISn/delz*kappaFI(mnPP+1);
                end
            end
        end
    end
end
E(nap,1)=EG(k); % vektor buzení je nenulovy jen v miste napajeni
(5.1B.7)
%(5.1B.35)
I(:,k)=invA11CFI11C*(delt*E-A12C*I(:,k-1)-A2+A -delt/2/delz*
(FI12C*I(:,k-1)+FI13C*IS(:,k-1)+FI2+FI)); % integrace proudu dle
lichobeznikoveho pravidla (5.1B.15)
IS(:,k)=(I(:,k)+I(:,k-1))*delt/2+IS(:,k-1); % vycocet pro dalsi krok
A=A11C*I(:,k)+A12C*I(:,k-1)+A2; %(5.1B.18) a (5.1B.21)
FI=FI11C*I(:,k)+FI12C*I(:,k-1)+FI13C*IS(:,k-1)+FI2; %
(5.1B.30)-(5.1B.33)
% s uvazenim (5.1B.26)-(5.1B.29)
end

```