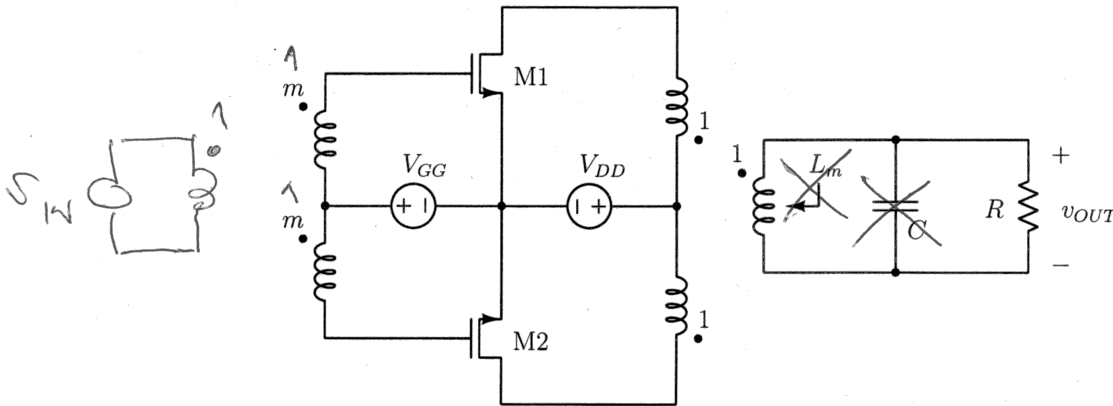


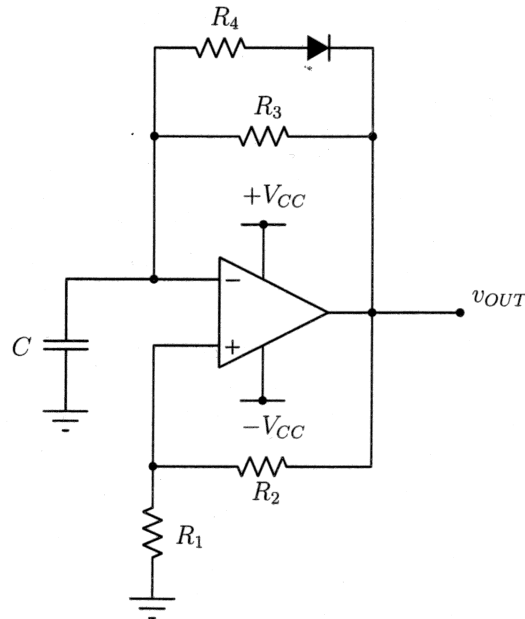
4. Na slici 4 je prikazan oscilator kod koga je $V_{DD} = 12\text{ V}$, $V_{GG} = 4\text{ V}$, svi kalemovi su međusobno savršeno spregnuti i nalaze se na **istom** jezgrou, magnetizaciona induktivnost je $L_m = 10\ \mu\text{H}$, $C = 100\ \text{nF}$, $R = 50\ \Omega$, tranzistori su identični sa $V_T = 3\text{ V}$ i $B = 0.1 \frac{\text{A}}{\text{V}^2}$.

- [5] Odrediti minimalnu vrednost prenosnog odnosa transformatora m pri kojoj se u kolu uspostavlja oscilacija.
- [5] Za vrednost m određenu u prethodnoj tački odrediti kružnu frekvenciju oscilacija, ω_0 .
- [5] Za m neznatno veće od vrednosti određene u tački a) odrediti amplitudu V_m izlaznog napona i nacrtati vremenske dijagrame napona v_{OUT} , struje magnetizacione induktivnosti L_m i struje kondenzatora C tokom jedne periode oscilovanja.



Slika 4.

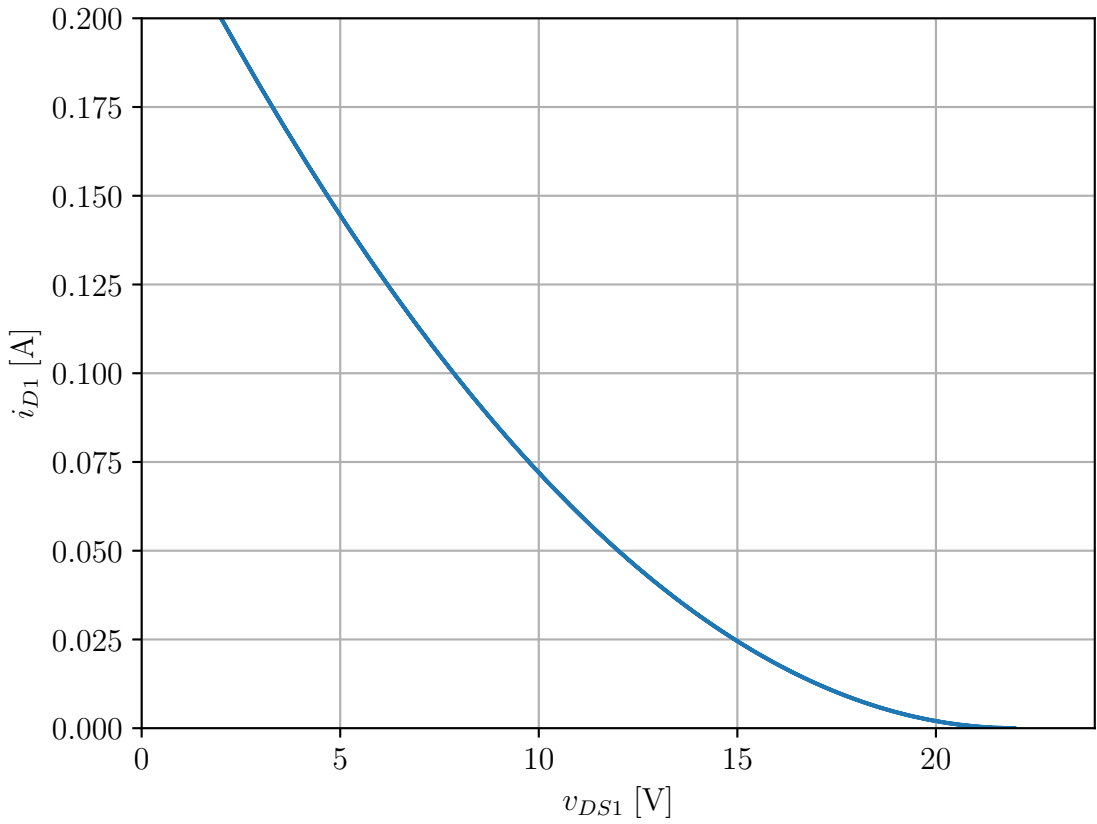
5. [15] Na slici 5 je prikazan astabilni multivibrator kod koga je $C = 100\ \text{nF}$, $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10\ \text{k}\Omega$, $V_{CC} = 15\text{ V}$. Nacrtati vremenske dijagrame napona na ulazu komparatora, v_+ i v_- , kao i napona na izlazu v_{OUT} tokom jedne periode oscilovanja. Odrediti frekvenciju oscilovanja i duty ratio.

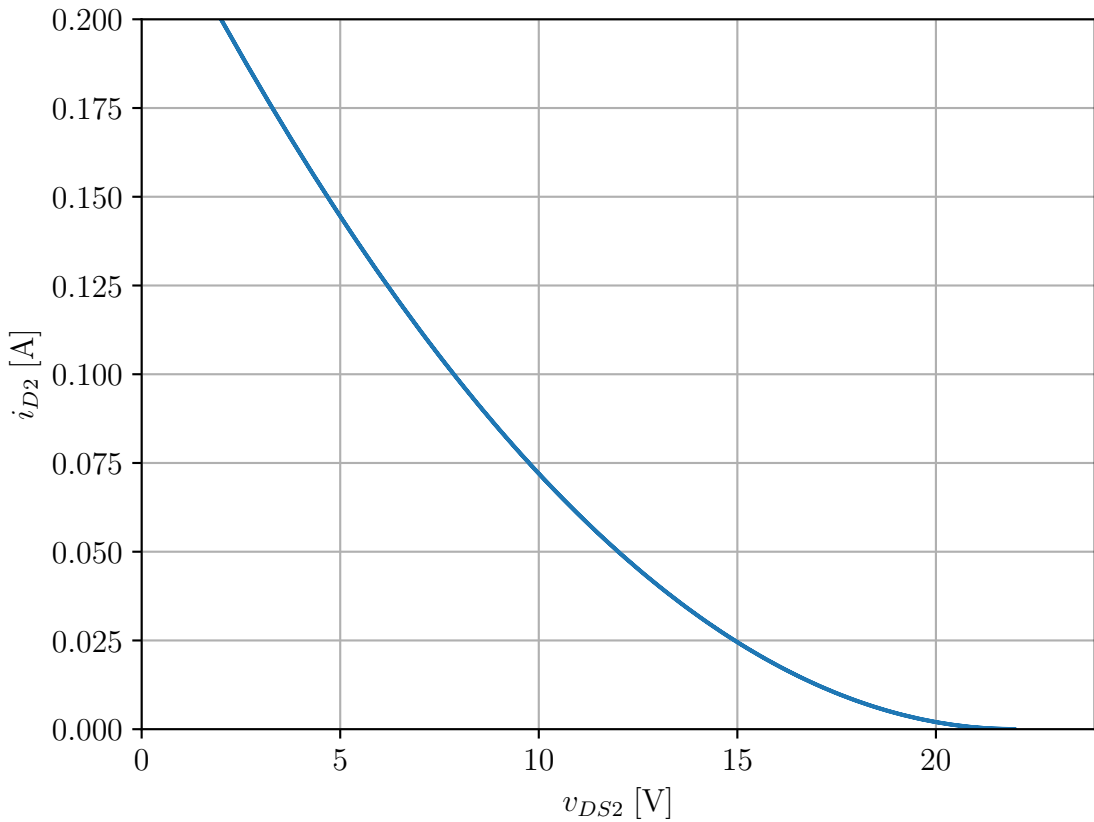


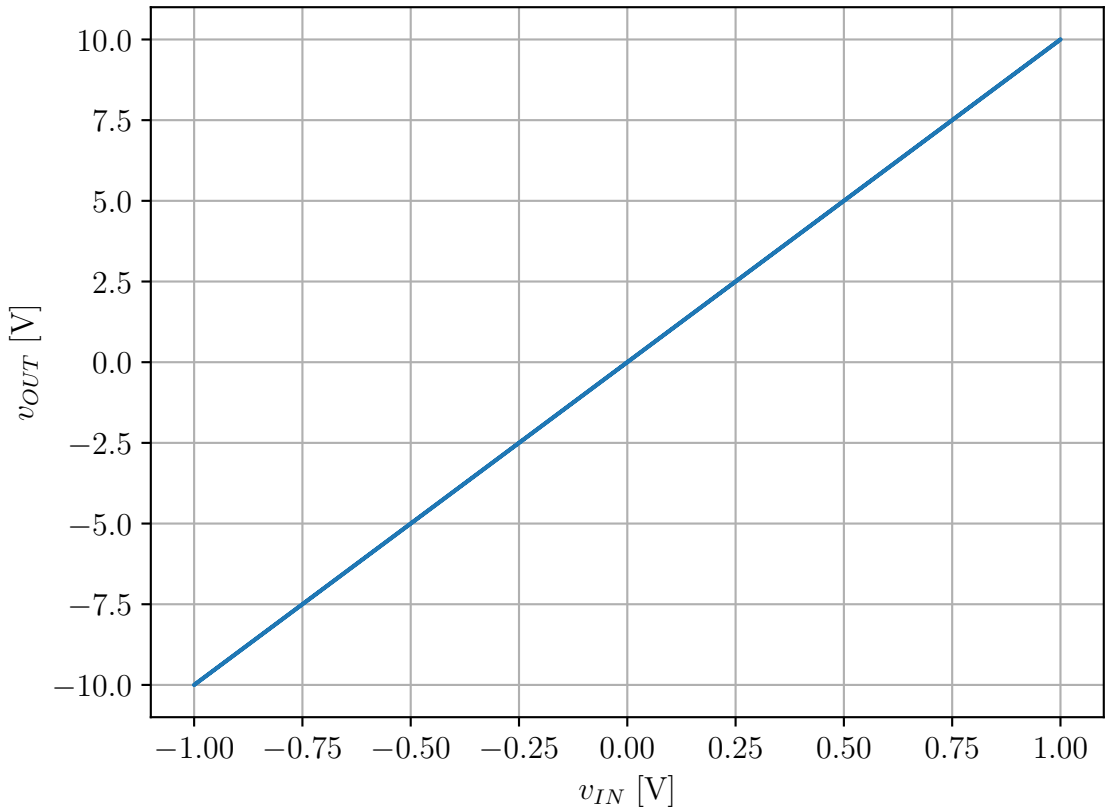
Slika 5.

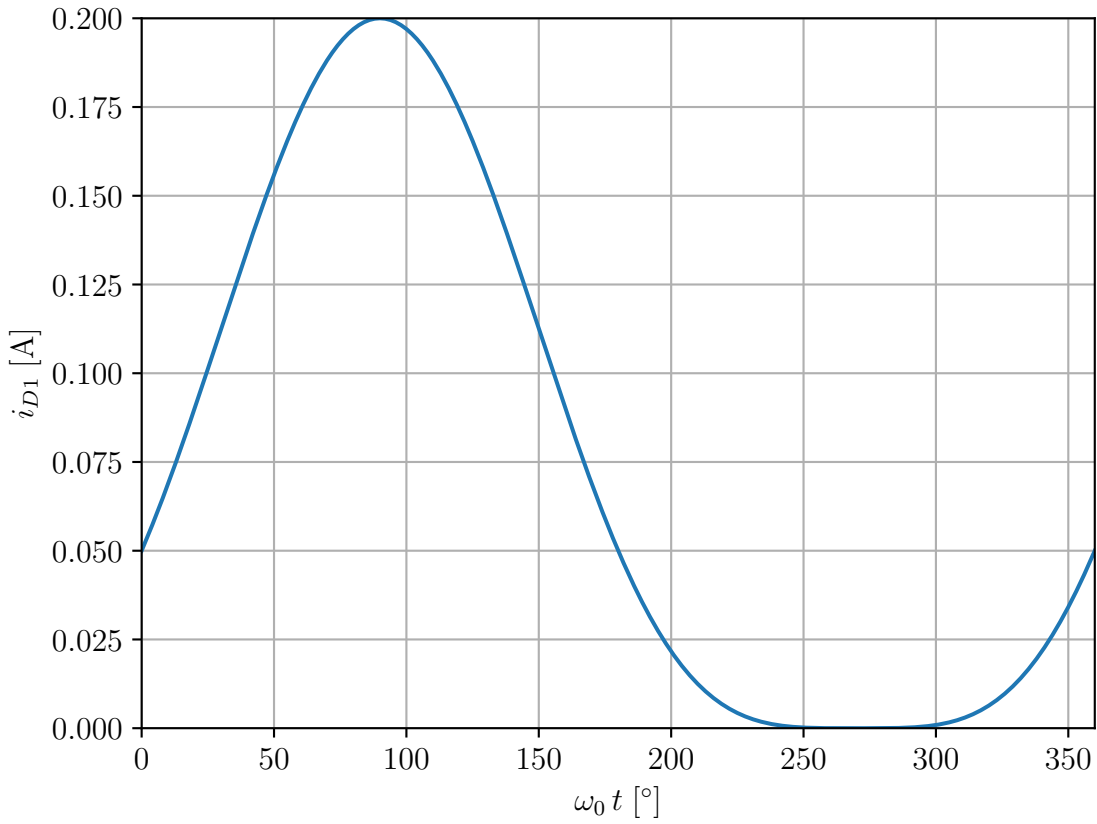
6. Phase locked loop (PLL) kod koga je fazni detektor realizovan primenom analognog množača sa karakteristikom $v_{PD} = (v_{IN1} \times v_{IN2}) / (4\text{ V})$, koristi VCO sa karakteristikom $f_{VCO} = 1\ \text{MHz} + 200\ (\text{kHz/V}) v_C$ i jednopolni NF filter sa $H(s) = 1 / (1 + s/\omega_P)$. Ulazni naponi faznog detektora su oblika $v_{IN1} = 2\text{ V} \sin(\omega t)$ i $v_{IN2} = 2\text{ V} \cos(\omega t - \varphi)$.

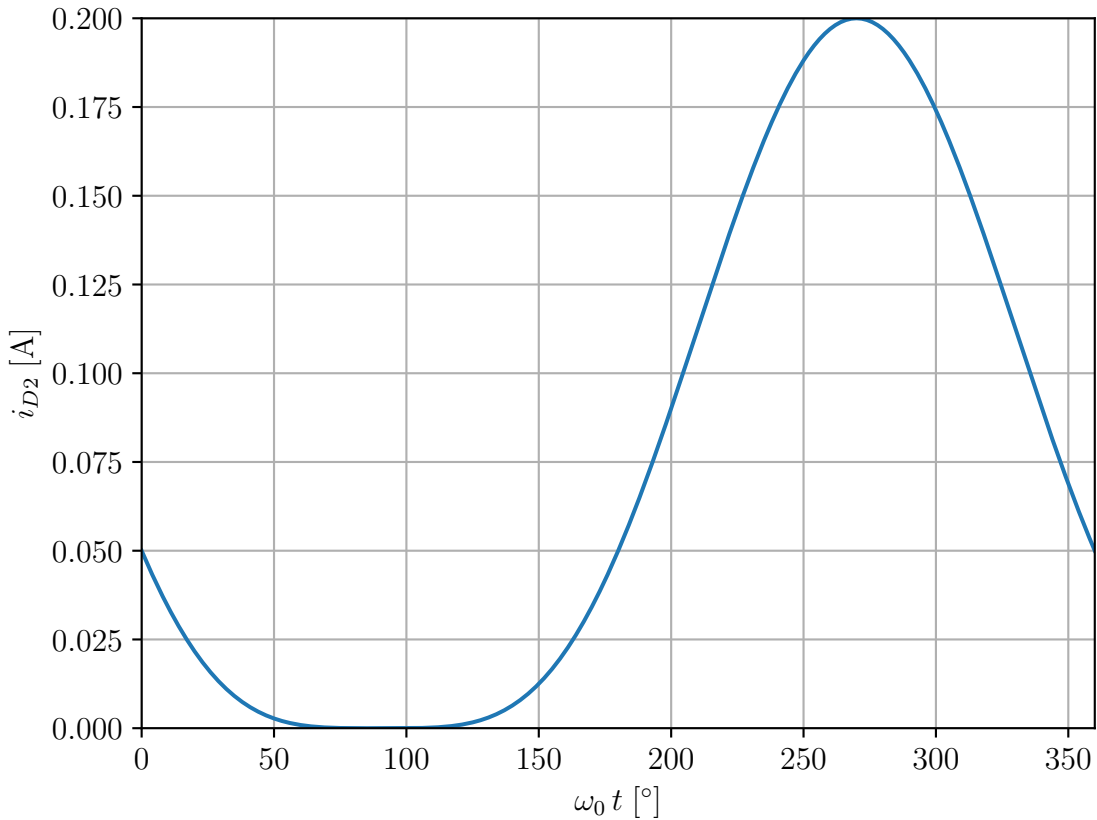
- [1] Nacrtati blok šemu ovog PLL-a.
- [4] Odrediti prenosnu karakteristiku faznog detektora. Označiti numeričke vrednosti karakterističnih tačaka na dijagramu.
- [3] Nacrtati vremenske dijagrame ulaznog napona PLL-a i izlaznog napona VCO-a tokom dve periode za frekvenciju ulaznog napona jednaku $1050\ \text{kHz}$. Smatrati da je PLL sinhronizovan.
- [2] Nacrtati strukturni blok dijagram linearizovanog modela ovog PLL-a i označiti funkcije prenosa pojedinih blokova.

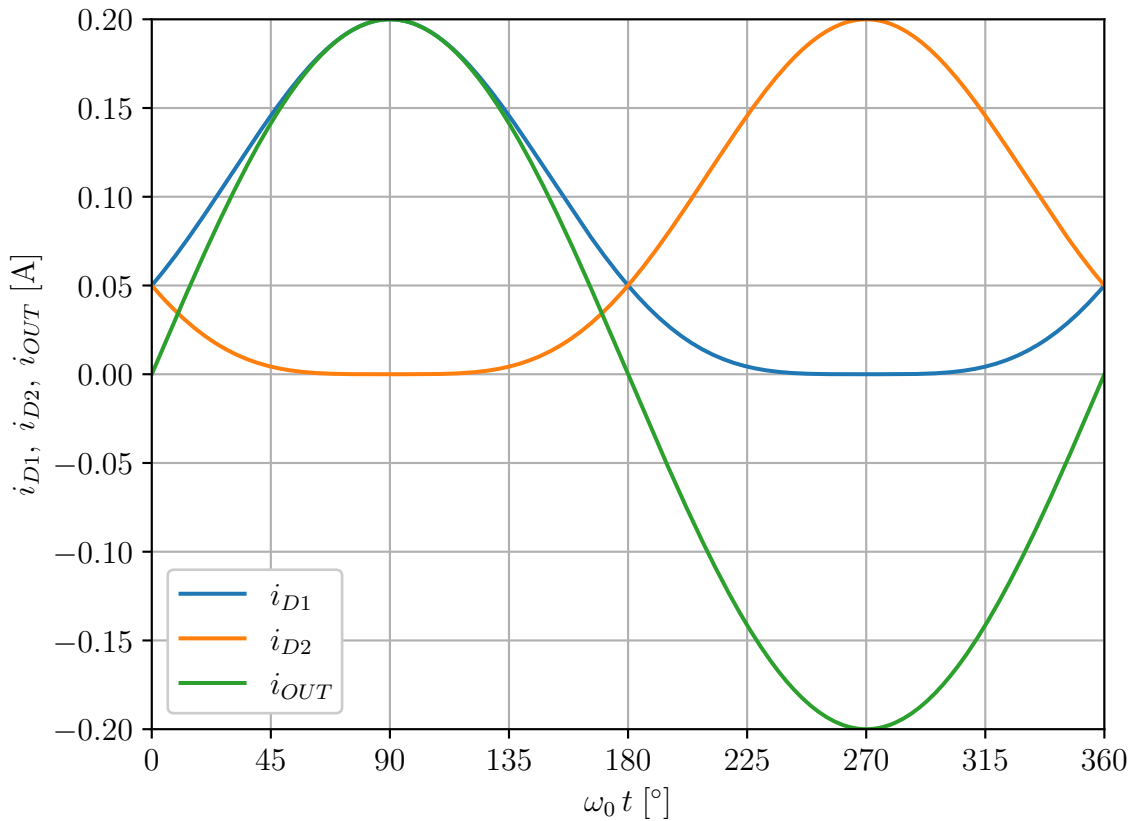












```
from pylab import *

Vdd = 12
Vgg = 4
R = 50
Vt = 3
B = 0.1
m = 1
Vnm = 1

deg = linspace(0, 360, 361)
wt = radians(deg)

vin = Vnm * sin(wt)
vgs1 = Vgg + m * vin
vgs2 = Vgg - m * vin

id1 = B / 2 * (vgs1 - Vt)**2
id2 = B / 2 * (vgs2 - Vt)**2

iout = id1 - id2
vout = R * iout

vds1 = Vdd - vout
vds2 = Vdd + vout

rc('text', usetex = True)
rc('font', family = 'serif')
rc('font', size = 12)

close('all')

figure(1)
plot(vds1, id1)
xlim(0, 24)
ylim(0, 0.2)
xlabel(r'$v_{DS1}$ \; [\mbox{V}]$')
ylabel(r'$i_{D1}$ \; [\mbox{A}]$')
grid()
savefig('rp1.pdf', bbox_inches = 'tight')

figure(2)
plot(vds2, id2)
xlim(0, 24)
ylim(0, 0.2)
xlabel(r'$v_{DS2}$ \; [\mbox{V}]$')
ylabel(r'$i_{D2}$ \; [\mbox{A}]$')
grid()
savefig('rp2.pdf', bbox_inches = 'tight')

figure(3)
plot(vin, vout)
xlim(-1.1, 1.1)
ylim(-11, 11)
xlabel(r'$v_{IN}$ \; [\mbox{V}]$')
ylabel(r'$v_{OUT}$ \; [\mbox{V}]$')
grid()
savefig('tc.pdf', bbox_inches = 'tight')

figure(4)
plot(deg, id1)
xlim(0, 360)
ylim(0, 0.2)
xlabel(r'$\omega_0$ \, t \; [^\circ]$')
```



```
ylabel(r'$i_{D1} \ ; \ \mbox{A}$')
grid()
savefig('id1.pdf', bbox_inches = 'tight')

figure(5)
plot(deg, id2)
xlim(0, 360)
ylim(0, 0.2)
xlabel(r'$\omega_0 \ , \ t \ ; \ [^\circ]$')
ylabel(r'$i_{D2} \ ; \ \mbox{A}$')
grid()
savefig('id2.pdf', bbox_inches = 'tight')

figure(6)
plot(deg, id1, label = r'$i_{D1}$')
plot(deg, id2, label = r'$i_{D2}$')
plot(deg, iout, label = r'$i_{OUT}$')
xlim(0, 360)
xticks(linspace(0, 360, 9))
ylim(-0.2, 0.2)
xlabel(r'$\omega_0 \ , \ t \ ; \ [^\circ]$')
ylabel(r'$i_{D1}, \ ; \ i_{D2}, \ ; \ i_{OUT} \ ; \ \mbox{A}$')
grid()
legend(framealpha = 1)
savefig('id1id2iout.pdf', bbox_inches = 'tight')
```