Amplificatorul sumator

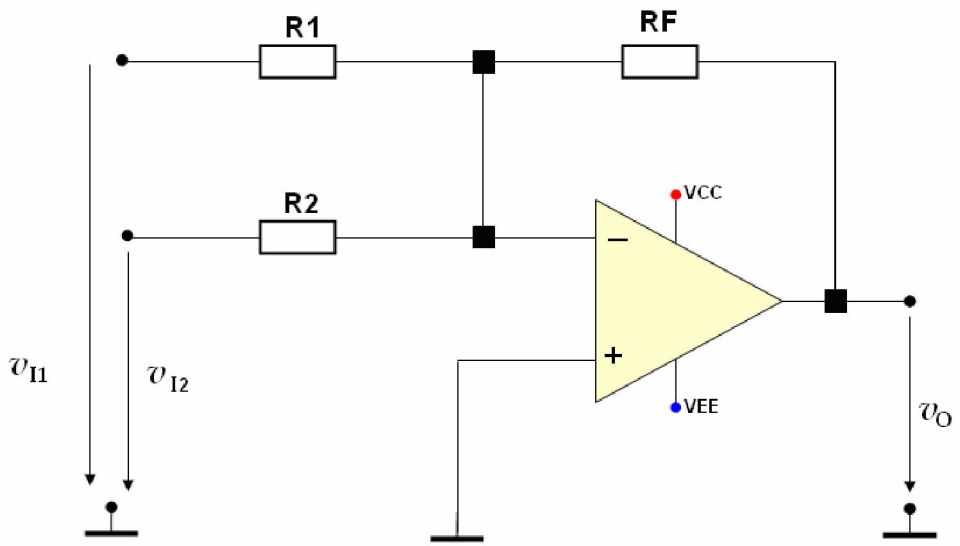
Problema 1. Se consideră amplificatorul sumator din figura de mai jos, în care **RF=12[kΩ]**, **R1=3[kΩ]** si **R=2[kΩ].** Presupunând că amplificatorul funcţionează liniar, să se determine tensiunea de ieşire a circuitului şi să se deseneze forma sa de undă, dacă la intrarea sa se aplică o tensiune de intrare de tipul următor:

a. $V_{I1} = 2[V]$ $V_{I2} = 0,25\ [V]$

b. $v_{I1}(\omega \cdot t) = 0,5 \cdot \sin(\omega \cdot t)\ [V]$ $V_{I2} = 0,5\ [V]$

c. $v_{I1}(\omega \cdot t) = 1 + 0,5 \cdot \sin(\omega \cdot t)\ [V]$ $v_{I2}(\omega \cdot t) = -0,5 + 0,25 \cdot \sin(\omega \cdot t)\ [V]$

d. $v_{I1}(\omega \cdot t) = 1 + 0,5 \cdot \sin(\omega \cdot t)\ [V]$ $v_{I2}(\omega \cdot t) = -0,5 - 0,25 \cdot \sin(\omega \cdot t)\ [V]$



Rezolvare

În ipoteza în care amplificatorul lucrează în regim liniar, expresia tensiunii de ieşire este:

$$\boxed{v_O = -\left[\left(\frac{R_F}{R_1}\right)\cdot v_{I1} + \left(\frac{R_F}{R_2}\right)\cdot v_{I2}\right]}$$

$$v_O = -\left[\left(\frac{R_F}{R_1}\right)\cdot v_{I1} + \left(\frac{R_F}{R_2}\right)\cdot v_{I2}\right] = -\left[\left(\frac{12[k\Omega]}{3[k\Omega]}\right)\cdot v_{I1} + \left(\frac{12[k\Omega]}{2[k\Omega]}\right)\cdot v_{I2}\right] = -[4\cdot v1 + 6\cdot v_{I2}]$$

$$v_O = -(4\cdot v1 + 6\cdot v_{I2})$$

a. Deoarece $V_{I1} = 2[V]$, $V_{I2} = 0,25\ [V]$

$\Rightarrow$

$$V_O = -[4\cdot V_{I1} + 6\cdot V_{I2}] = -[4\cdot 2[V] + 6\cdot 0,25[V]] = -9,5[V] \qquad V_O = -9,5[V]$$

În figura de mai jos sunt prezentate formele de undă ale celor 3 tensiuni.

b. Deoarece **v_{I1} (ω·t) = 0,5· sin (ω·t) [V], V_{I2} = 0,5 [V]**

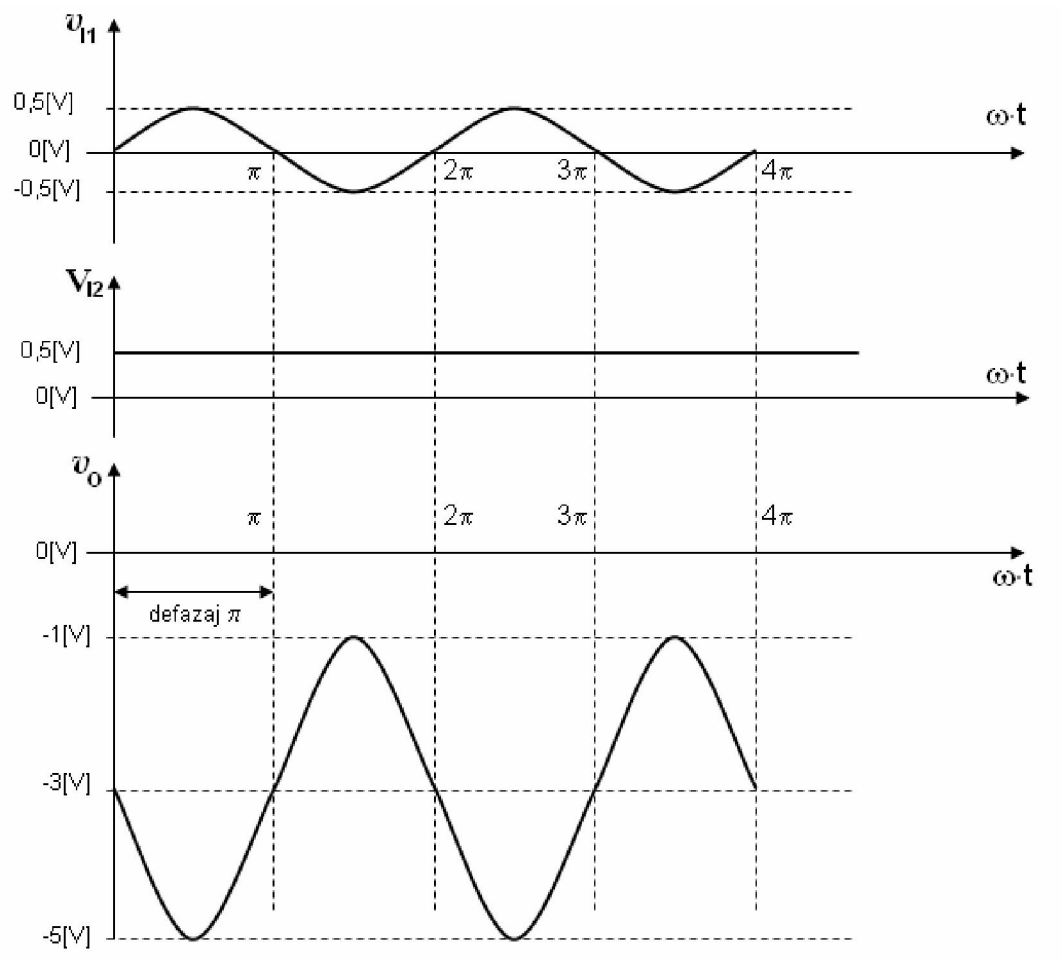
$$\Rightarrow \qquad v_O = -\left[\left(\frac{R_F}{R_1}\right)\cdot v_{I1} + \left(\frac{R_F}{R_2}\right)\cdot V_{I2}\right]$$

$$\Rightarrow \qquad v_O = -[4\cdot 0{,}5\cdot sin(\omega\cdot t)[V] + 6\cdot 0.5[V]] = -[2\cdot sin(\omega\cdot t) + 3][V]$$

$$\Rightarrow \qquad v_O = -3[V] - 2\cdot sin(\omega\cdot t)[V] = -3[V] + 2\cdot sin(\omega\cdot t + \pi)[V]$$

$$\Rightarrow \qquad v_O = -3[V] + 2\cdot sin(\omega\cdot t + \pi)[V]$$

Se observă că tensiunea de ieşire **v_O** conţine o componentă medie (valoare medie) egală cu **-3[V]** şi o componentă variabilă sinusoidală, de amplitudine **2[V]** şi fază iniţială egală cu π.



c. Deoarece **v_{I1} (ω·t) = 1 + 0,5· sin (ω·t) [V],** **v_{I2} = - 0,5 + 0,25· sin (ω·t) [V],**

$$\Rightarrow \qquad v_O = -\left[\left(\frac{R_F}{R_1}\right)\cdot v_{I1} + \left(\frac{R_F}{R_2}\right)\cdot v_{I2}\right]$$

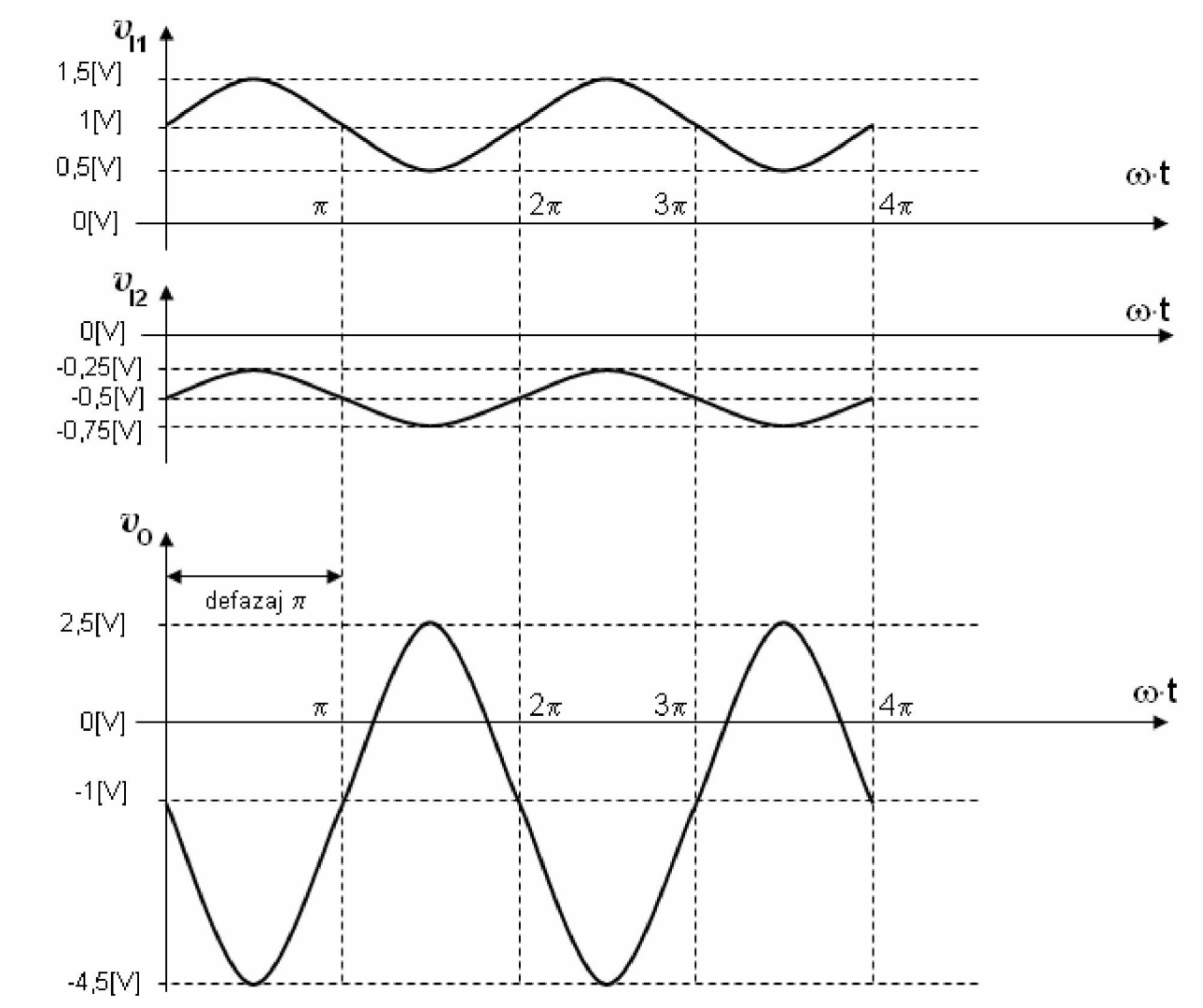
$$\Rightarrow \qquad v_O = -[4\cdot[1+0{,}5\cdot sin(\omega\cdot t)][V] + 6\cdot[-0{,}5+0{,}25\cdot sin(\omega\cdot t)][V]]$$

$$v_O = -\{4[V] + 2\cdot sin(\omega\cdot t)[V] - 3[V] + 1{,}5\cdot sin(\omega\cdot t)[V]\} = -\{1[V] + 3{,}5\cdot sin(\omega\cdot t)[V]\} = -1[V] - 3{,}5\cdot sin(\omega\cdot t)[V]$$

$$\Rightarrow \qquad v_O = -1[V] + 3{,}5\cdot sin(\omega\cdot t + \pi)[V]$$

Se observă că tensiunea de ieşire **v_O** conţine o componentă medie (valoare medie) egală cu **-1[V]** şi o componentă variabilă sinusoidală, de amplitudine **3,5[V]** şi fază iniţială egală cu π.

În figura de mai jos sunt prezentate formele de undă ale celor 3 tensiuni.



d. rămâne ca temă pentru acasă

Amplificatorul diferenţial

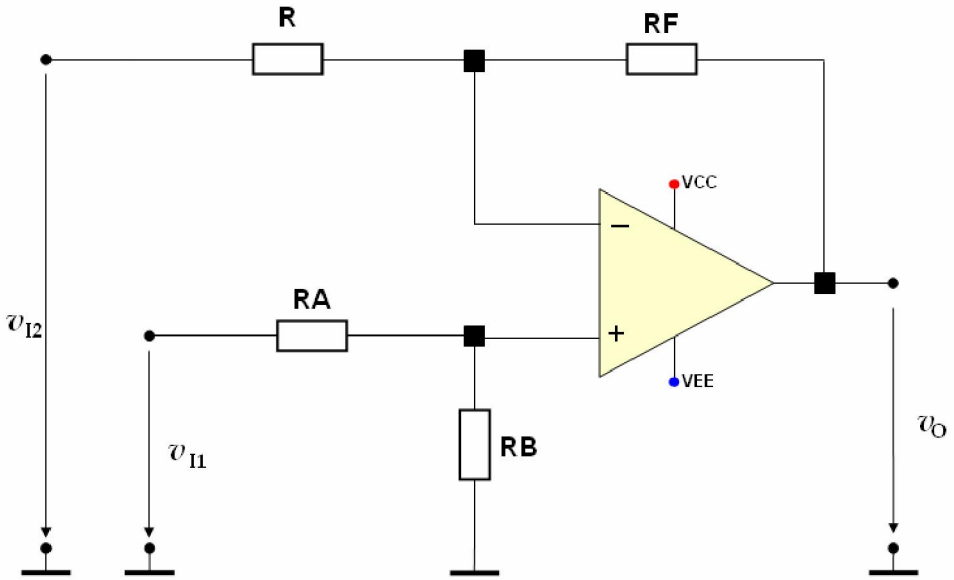
Problema 2. Se consideră amplificatorul diferenţial din figura de mai jos, în care **RF=12[kΩ], R=3[kΩ], RA = 2[kΩ]** si **RB=2[kΩ].** Presupunând că amplificatorul funcţionează liniar, să se determine tensiunea de ieşire a circuitului şi să se deseneze forma sa de undă, dacă la intrarea sa se aplică o tensiune de intrare de tipul următor:

a. $V_{I1} = 2[V]$ $V_{I2} = 1{,}5\ [V]$

b. $v_{I1}(\omega\cdot t) = 1 + 0{,}5\cdot \sin(\omega\cdot t)\ [V]$ $V_{I2} = 1\ [V]$

c. $v_{I1}(\omega\cdot t) = 1 + 1\cdot \sin(\omega\cdot t)\ [V]$ $v_{I2}(\omega\cdot t) = 0{,}5 + 0{,}5\cdot \sin(\omega\cdot t)\ [V]$

d. $v_{I1}(\omega\cdot t) = 1 + 1\cdot \sin(\omega\cdot t)\ [V]$ $v_{I2}(\omega\cdot t) = -0{,}5 - 0{,}5\cdot \sin(\omega\cdot t)\ [V]$



Rezolvare

În ipoteza în care amplificatorul lucrează în regim liniar, expresia tensiunii de ieşire este:

$$\boxed{v_O = \left[\left(1+\frac{R_F}{R}\right)\cdot\left(\frac{R_B}{R_A+R_B}\right)\cdot v_{I1} - \left(\frac{R_F}{R}\right)\cdot v_{I2}\right]}$$

a. rămâne ca temă pentru acasă

b. Deoarece $v_{I1}(\omega\cdot t) = 1 + 0{,}5\cdot \sin(\omega\cdot t)\ [V]$ $V_{I2} = 1\ [V]$

$$\Rightarrow \quad v_O = \left[\left(1+\frac{R_F}{R}\right)\cdot\left(\frac{R_B}{R_A+R_B}\right)\cdot v_{I1} - \left(\frac{R_F}{R}\right)\cdot v_{I2}\right]$$

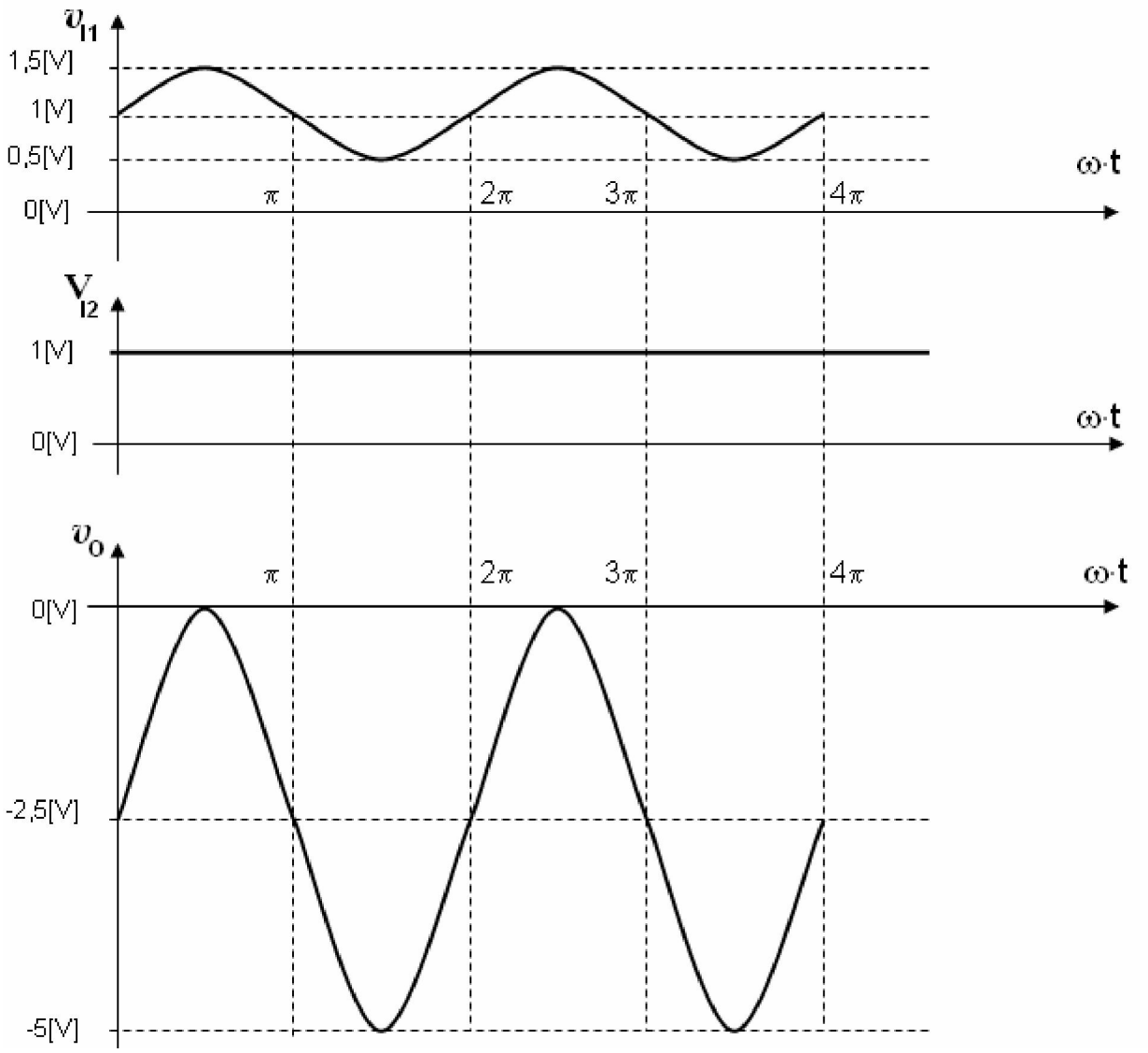
$$\Rightarrow \quad v_O = \left[\left(1+\frac{12[k\Omega]}{3[k\Omega]}\right)\cdot\left(\frac{2[k\Omega]}{2[k\Omega]+2[k\Omega]}\right)\cdot[1+1\cdot sin(\omega\cdot t)][V] - \left(\frac{12[k\Omega]}{3[k\Omega]}\right)\cdot 1[V]\right]$$

$$\Rightarrow \qquad v_O = \left[(1+4)\cdot\left(\frac{1}{2}\right)\cdot[1+1\cdot sin(\omega\cdot t)][V]-(4)\cdot 1[V]\right] = [2{,}5\cdot[1+1\cdot sin(\omega\cdot t)][V]-4[V]]$$

$$\Rightarrow \qquad v_O = 2{,}5[V]+2{,}5\cdot sin(\omega\cdot t)[V]-4[V] = -2{,}5[V]+2{,}5\cdot sin(\omega\cdot t)[V]$$

$$\Rightarrow \qquad v_O = -2{,}5[V]+2{,}5\cdot sin(\omega\cdot t)[V]$$

Se observă că tensiunea de ieşire $\mathbf{v_O}$ conţine o componentă medie (valoare medie) egală cu **-2,5[V]** şi o componentă variabilă sinusoidală, de amplitudine **2,5[V]**.



c. rămâne ca temă pentru acasă

d. rămâne ca temă pentru acasă

Problema 3. Problema 2 în condiţiile în care **RF=12[kΩ]**, **R=3[kΩ], RA = 12[kΩ]** si **RB=3[kΩ].**

Rezolvare.

În ipoteza în care amplificatorul lucrează în regim liniar, în condiţiile enunţate mai sus, expresia tensiunii de ieşire devine:

$$\boxed{v_O = \frac{R_F}{R} \cdot (v_{I1} - v_{I2})}$$

Rezultă:

$$v_O = \frac{12[k\Omega]}{3[k\Omega]} \cdot (v_{I1} - v_{I2}) = 4 \cdot (v_{I1} - v_{I2}) \qquad v_O = 4 \cdot (v_{I1} - v_{I2})$$

a. rămâne ca temă pentru acasă

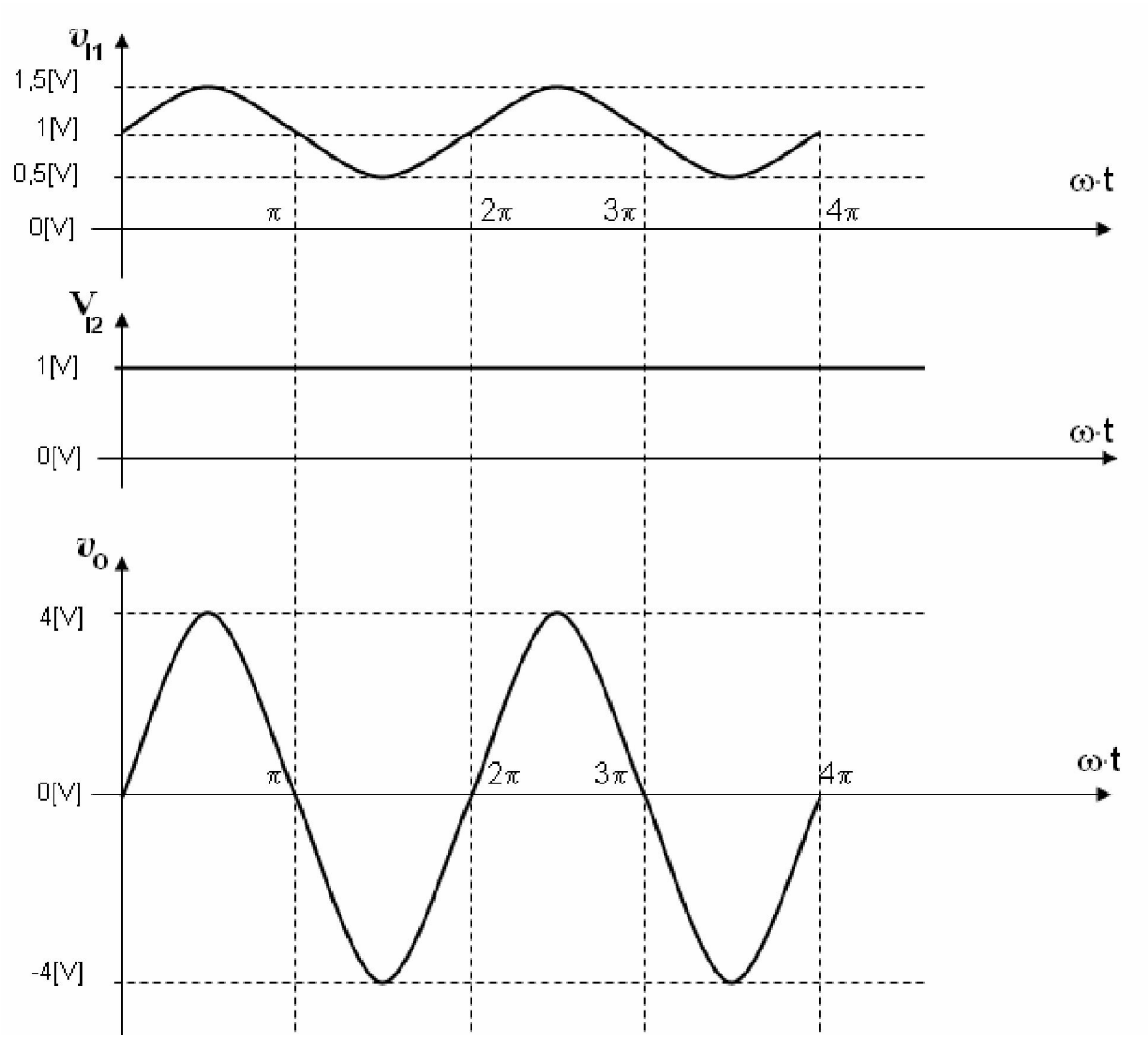
b. Deoarece **v_{I1} (ω·t) = 1+ 0,5· sin (ω·t) [V]** **V_{I2} = 1 [V]**

$$\Rightarrow \qquad v_O = 4 \cdot (v_{I1} - v_{I2})$$

$$\Rightarrow \qquad v_O = 4 \cdot [1[V] + 1 \cdot sin(\omega \cdot t)[V] - 1[V]] = 4 \cdot [1 \cdot sin(\omega \cdot t)][V] = 4 \cdot sin(\omega \cdot t)[V]$$

$$\Rightarrow \qquad v_O = 4 \cdot sin(\omega \cdot t)[V]$$

Din relaţia de mai sus, se remarcă faptul că valoarea medie din tensiunea **v_{I1}** (egală cu **1[V]**) a fost anulată, prin scăderea din **v_{I1}** a valorii tensiunii **V_{I2}**. Astfel, în tensiunea de ieşire **v_O**, valoarea medie este nulă. Formele de undă ale tensiunilor sunt prezentate mai jos:



c. rămâne ca temă pentru acasă