

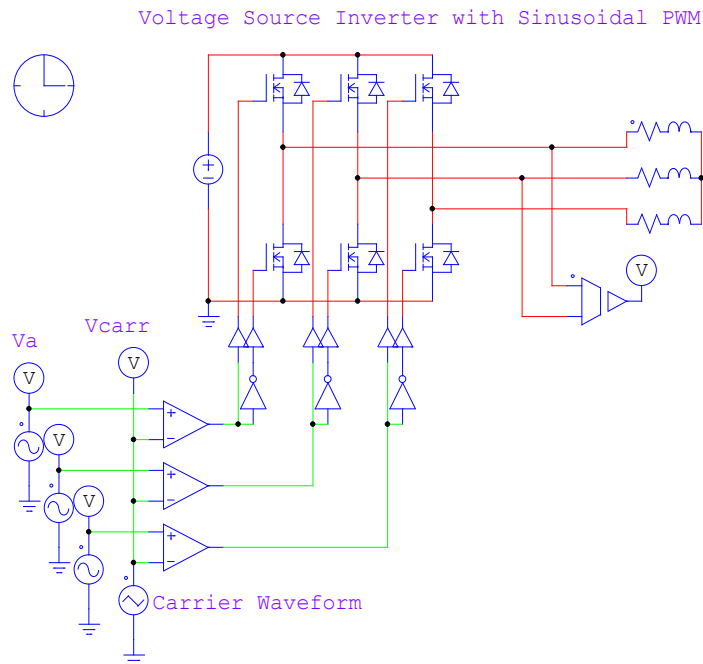
DC-AC POTENTZIAKO BIHURGAILU ELEKTRONIKO EDO INBERTSOREAK: BIGARREN PROBLEMA

Patxi Alkorta, F. Javier Maseda

SISTEMEN INGENIARITZA ETA AUTOMATIKA SAILA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA

BIGARREN PROBLEMA

- 1- Ondorengo zirkuitu inbertsore trifasikoa, 750 V-eko sarrerako tentsio zuzenarekin konektatua dago, 16 kHz-eko PWM modulazio sistema batekin. Zama, 5 Ω -eko erresistentzia bat eta 100 mH-ko induktantzia batek osatzen dute. Irteerako tentsioak maiztasunarekin 15 eta 50 Hz bitartean modu proportzionalan alda dadila eskatzen da. Zamaren maiztasun oinarri izendatua 50 Hz izanik, non maiztasun honekin irteerako tentsio alterno eraginkor maximoa nahi den lortu sarrerako tentsio zuzenarekin. Kalkulatu:



- Irteerako faseko tentsioaren balioen heina, maiztasunarekiko.
 - Adierazi zeintzu diren bi kasuen modulazio-indizeak.
 - Kalkulatu zamaren korronea bi kasutan.
 - Zer ondorioztatzen duzu azterturiko kasuarengatik?
- 2- Egin problema berdina six-step modulazio sistema erabiliz. Posible ez balitz, adierazi zein baldintzak bete beharko lituzkeen sistemak, eskatzen dena bete dadin.

Oharra: Erabili simulazioko tresnak, eskuz jardunda guzguztiz lortu ezin diren kalkuluen kasuan emaitza horien lorpenean laguntzeko. Adierazi zertarako erabili izan den PSIM, nola eta zergatik.

PWM Modulazioa (soluzioa)

1- PWM Modulazioa

- a) Zamak 50 Hz-ko maiztasun izendatua du, tentsio izendatuarekin batera zamari aplikatuko dioguna. Sarrerako tentsioan oinarrituz, tentsio maximoa lortu nahi denez, oinarritzko maiztasunean bere modulazio-indizea $m_a=1$ izatea ontzat hartuko da.

$$(v_{AB})_1 = \sqrt{3}m_a \frac{V_{sarrera}}{2} \sin \omega_1 t = 0.866m_a V_{sarrera} \sin \omega_1 t = 0.886 \cdot 1 \cdot 750 \sin \omega_1 t = 649.52 \sin \omega_1 t$$

$$(V_{AB})_{1,rms} = \frac{649.52}{\sqrt{2}} = 459.28V$$

$$V_{a,rms} = \frac{459.28}{\sqrt{3}} = 265.2V$$

- b) Tentsio eta maiztasunaren proportzioa mantentzeko, tentsio berriaren balio eraginkorra ondorengoa izan beharko da:

$$V_{15Hz} = \frac{V_{50Hz} \cdot 15}{50} = \frac{265.2 \cdot 15}{50} = 79.56V$$

non horretarako modulazio-indizea hau izan behar den: $\sqrt{3} \cdot \sqrt{2} \cdot 79.56 = \sqrt{3} \cdot m_a \frac{750}{2} \Rightarrow m_a = 0.3$

- c) Goazen konprobatzera bi kasuen faseko korrontearen balioak:

1- 50Hz $Z = \sqrt{5^2 + (2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0.1)^2} = 31.81\Omega$

$$I_a = \frac{265.2}{Z} = 8.34A$$

2- 15Hz $Z = \sqrt{5^2 + (2 \cdot \pi \cdot 15 \cdot 0.1)^2} = 10.67\Omega$

$$I_a = \frac{79.56}{Z} = 7.5A$$

- d) Ikus daiteke ez dela zehatz mehatz emaitza berdina, baina joera mantendu egiten dela.

Six-step modulazioa (soluzioa)

2- Egin problema berdina six-step modulazio sistema erabiliz. Posible ez balitz, adierazi zein baldintzak bete beharko lituzkeen sistemak, eskatzen dena bete dadin.

Sistema dagoen bezala egonik, ezinezkoa da, zeren six-step sistemak ezin du irteerako tentsioaren balio eraginkorra kontrolatu. Maiztasuna kontrolatu daiteke soilik.

Horregaitik, hau egiteko modu bat, sarrerako tentsio zuzena DC-DC kontroladore baten bidez kontrolatzea izango litzateke, ondorioz, sarrerako tentsioaren balioen heina hau izango litzatekeelarik:

a) **1- 50Hz**

$$(v_{AB})_1 = \frac{2 \cdot \sqrt{3}}{\pi} V_{sarrera} \sin \omega_1 t = 826.99 \sin \omega_1 t$$

$$(V_{AB})_{1,rms} = \frac{826.99}{\sqrt{2}} = 584.77V$$

$$V_{a,rms} = \frac{584.77}{\sqrt{3}} = 337.62V$$

b) Tentsioaren eta maiztasunaren arteko proportzioa mantentzeko, tentsio berria balio eraginkorren jarri beharko litzateke:

$$V_{15Hz} = \frac{V_{50Hz} \cdot 15}{50} = \frac{337.62 \cdot 15}{50} = 101.28V$$

non sarrerako tentsio zuzena ondorengoa izan behar den: $\sqrt{3} \cdot \sqrt{2} \cdot 101.28 = \frac{2 \cdot \sqrt{3}}{\pi} V_{sarrera} \Rightarrow V_{sarrera} = 224.99V$

c) Goazen konprobatzera faseko korrontearen balioa, bi kasuetan:

1- 50Hz $Z = \sqrt{5^2 + (2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0.1)^2} = 31.81\Omega$

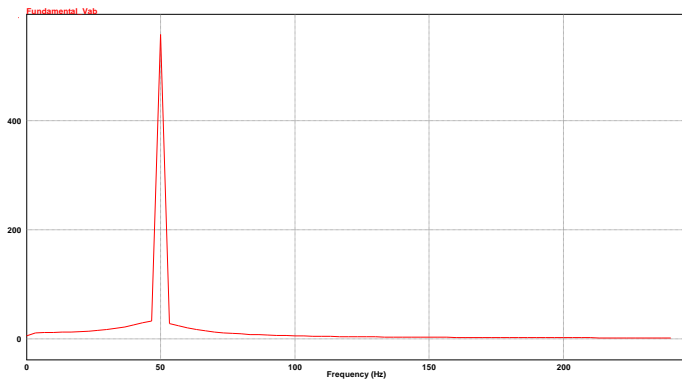
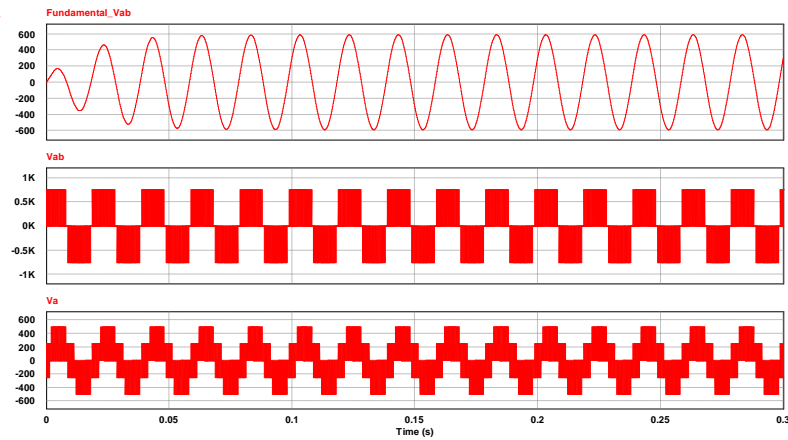
$$I_a = \frac{337.62}{Z} = 10.61A$$

2- 15Hz $Z = \sqrt{5^2 + (2 \cdot \pi \cdot 15 \cdot 0.1)^2} = 10.67\Omega$

$$I_a = \frac{101.28}{Z} = 9.5A$$

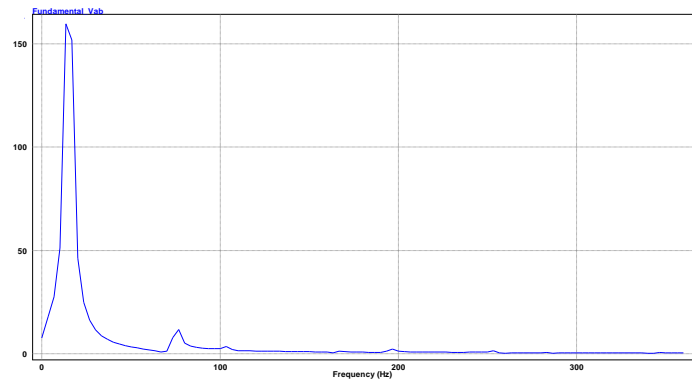
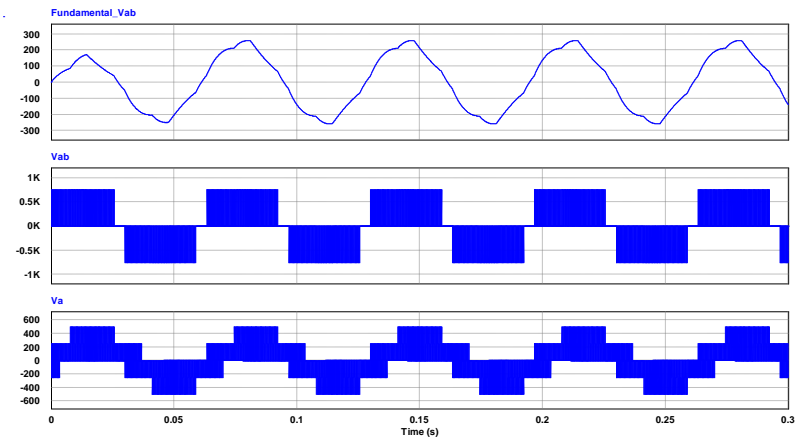
d) Hemen ere, ikus daiteke ez dela zehatz mehatz emaitza berdina, baina joera mantendu egiten dela.

PWM emaitza grafikoak (soluzioa)



$$(v_{AB})_1 = 649.52 \sin \omega_1 t$$

50 Hz

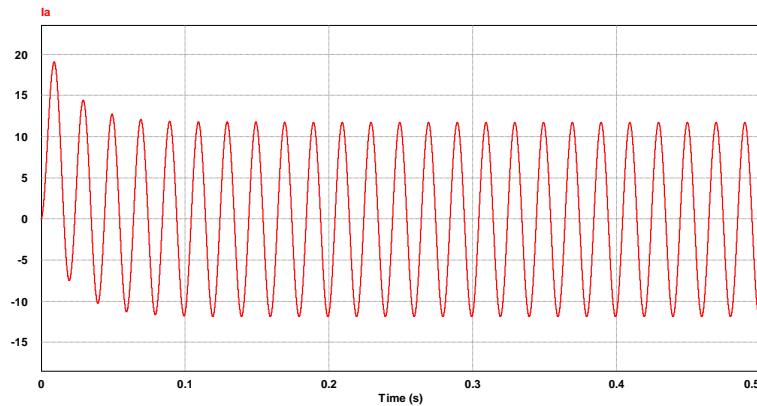


$$(v_{AB})_1 = \sqrt{3} \cdot \sqrt{2} \cdot 79.56 \sin \omega_1 t = 192 \sin \omega_1 t$$

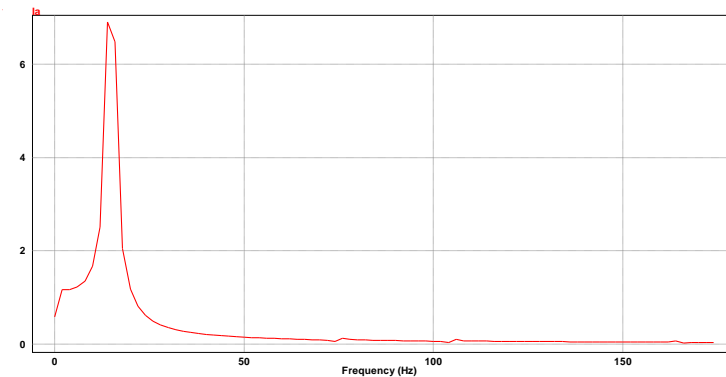
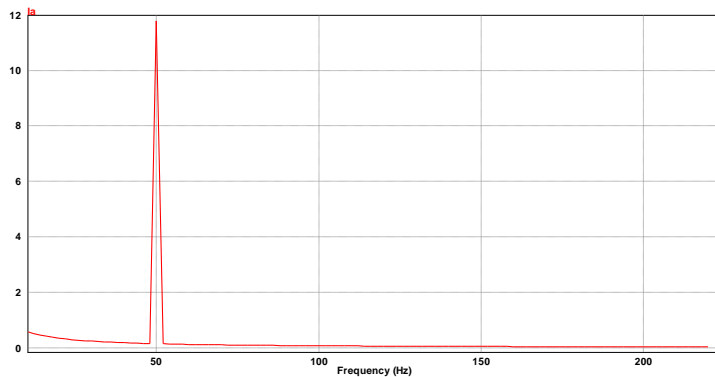
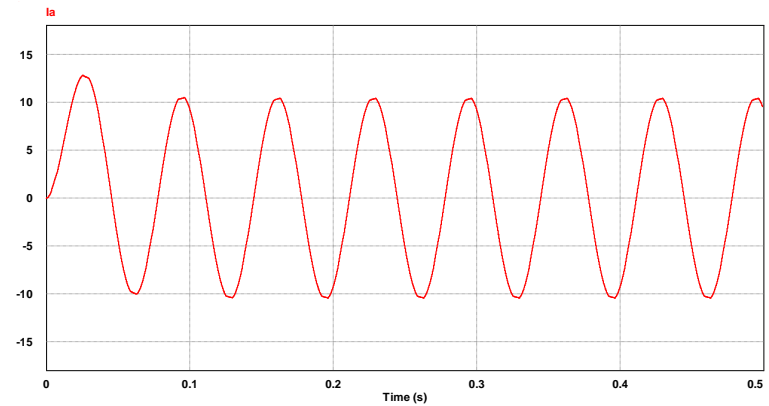
15 Hz

PWM emaitza grafikoak (soluzioa)

50 Hz



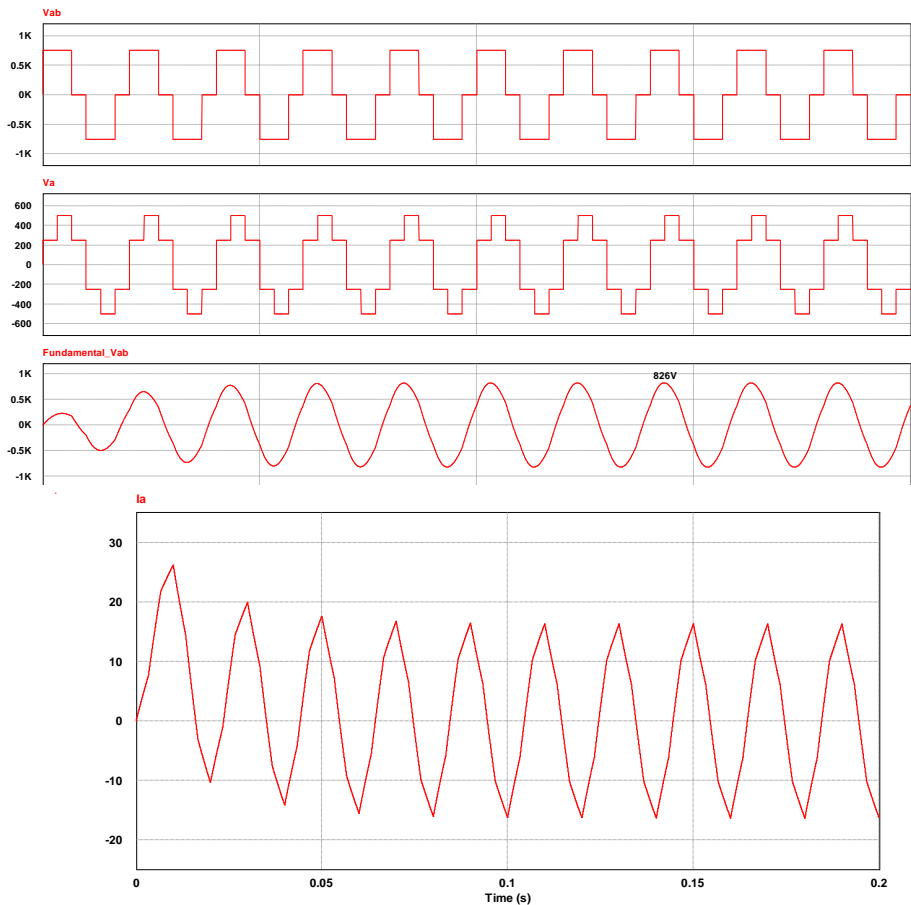
15 Hz



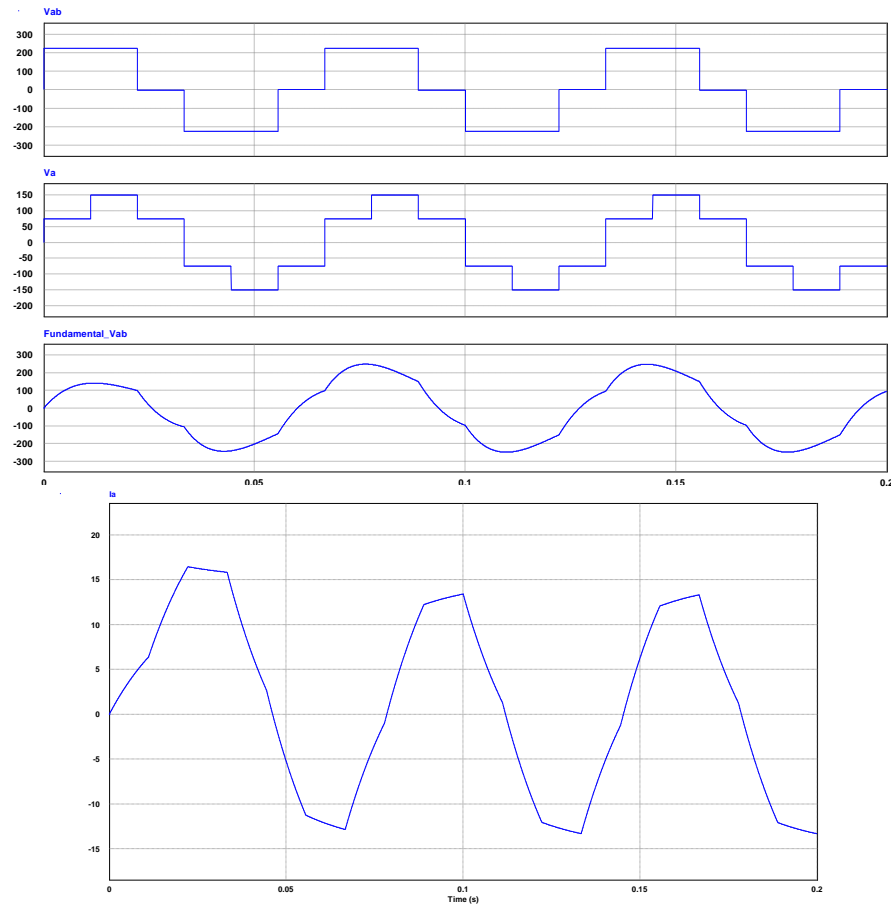
Konturatu beharra dago, maiztasuna aldatu arren, tentsioa modu proportzionalan aldatzean (modulazio-indizearen bidez, m_a), zamaren korrontea mantendu egin dela

Six-step emaitza grafikoak (soluzioa)

50 Hz



15 Hz



Konturatu beharra dago, maiztasuna aldatu arren, tentsioa modu proportzionalen aldatzean (modulazio-indizearen bidez, m_a), zamaren korrontea mantendu egin dela

Ondorioak (soluzioa)

- **1-** problemak, zama inдукtiboak existitzen direnean, nola maiztasuna eta tentsioa doitzeko beharra dagoen erakusten du, adibidez, korrante alternoko makinaren kasuan bezala. Modulazio estrategia PWM den kasuan, doiketa egiteko parametroa m_a modulazio-indizea izango da.
- Modulazio estrategia inpulso bakarrekoa edo Six-step denean, inbertsorearen sarre-rako tentsio zuzenaren kontrolera jo behar da helburu berdina lortzeko.
- **1-** eta **2-** problemetan ikusi den bezala, inbertsoreetan sortzen diren seinale askoren azterketa egiteko agertzen den konplexitatea dela eta, beharrezkoa da simulazioko softwarea erabiltzea azterketa hori ondo egiteko. Ekipo industrialen kasuan beharrezkoa izango da instrumentazio espezializatua erabiltzea: espektroen analizadoreak, benetako balio eragingarriak neurtzeko gai diren voltmetroa eta amperometroak, etab.