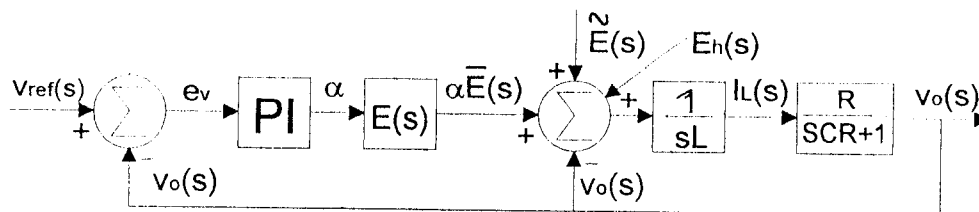


Dengan adanya kompensasi phase lag ini kita harapkan harmonisa keluaran konverter dc ke dc akan dapat di kurangi sehingga tidak diperlukan lagi penggunaan filter LC yang terlalu besar.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Ide Dasar Kompensasi Phase Lag

Dari gambar 1, terlihat bahwa input yang menyebabkan terjadinya harmonisa pada arus induktor adalah harmonisa tegangan input  $\tilde{E}$ . Dengan asumsi bahwa, bila harmonisa tegangan input dapat dihilangkan maka arus dan tegangan keluaran menjadi konstan, maka disini kita dapat menghilangkan pengaruh dari harmonisa tegangan input  $\tilde{E}$  ini dengan menambahkan harmonisa tegangan  $E_h$  yang besarnya  $-\tilde{E}$  seperti diperlihatkan pada gambar dibawah ini :

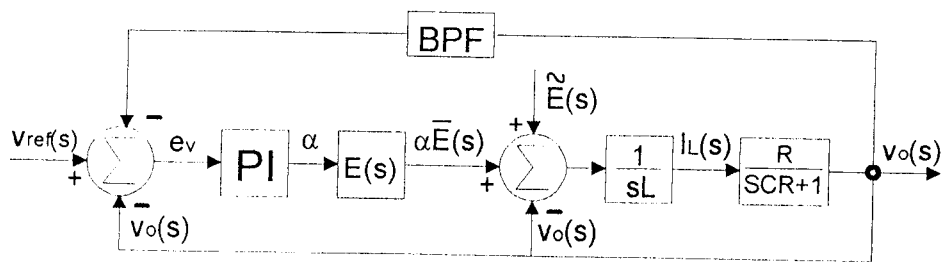


Gambar 1. Loop kendali tegangan ditambah dengan input  $E_h$

Dengan adanya harmonisa tegangan  $E_h$  maka loop kendali tegangan akan menjadi terbebas dari pengaruh  $\tilde{E}$ , sehingga diharapkan tegangan dan arus keluaran yang dihasilkan merupakan tegangan dan arus dc yang bebas dari harmonisa. Karena arus yang mengalir ke beban sudah merupakan arus dc yang bebas dari harmonisa, maka tegangan pada beban juga menjadi tegangan dc yang bebas dari harmonisa.

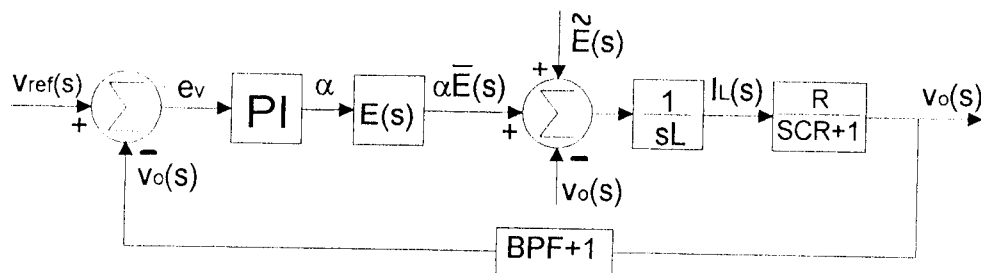
Untuk menghasilkan sumber harmonisa  $E_h$  ini, dapat digunakan beberapa cara. Cara yang dikemukakan pada penelitian ini adalah dengan menapi harmonisa tegangan atau arus keluaran yang terdapat pada beban. Karen

tegangan keluaran terdiri dari tegangan dc yang bercampur dengan harmonisa, maka untuk mendapatkan harmonisa tegangan keluaran ini kita menggunakan tapis lolos pita (Band Pass Filter) seperti diperlihatkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 2. Loop konverter dilengkapi dengan umpan balik riak.

## II.2 Analisa Konverter DC ke DC yang dilengkapi dengan kompensasi phase lag.

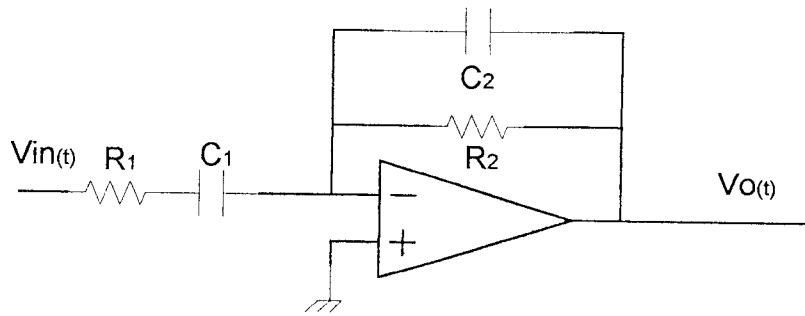


Dari gambar 3, dapat digambarkan loop pengendali tegangan menjadi sbb:

Gambar 3. Loop kendali tegangan yang dilengkapi dengan phase lag.

Gambar 3, memperlihatkan blok diagram dari sistem pengendali tegangan yang dilengkapi dengan kompensasi harmonisa.

Pada jalur umpan balik ditambahkan sebuah tapis lolos pita. Seperti yang ditunjukkan gambar 4, yang terdiri dari sebuah OP AMP dan disertai dua buah resistor dan kapasitor. Peralatan ini akan digunakan untuk mensensor atau mengukur harmonisa yang muncul disisi keluaran konverter.



Gambar 4. Rangkaian Phase Lag dari Tapis Lolos Pita

Dari gambar 4, diatas dapat dituliskan fungsi alih tapis lolos pi antara  $V_o(s)$  dan  $V_{in}(s)$  sebagai berikut :

$$\frac{V_o(s)}{V_{in}(s)} = \frac{\frac{s}{C_1 R_2}}{s^2 + \frac{C_1 R_1 + C_2 R_2}{C_1 C_2 R_1 R_2} s + \frac{1}{C_1 C_2 R_1 R_2}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Fungsi transfer dari persamaan (2.1), secara umum dapat dituliska sebagai berikut :

$$BPF = \frac{Ks}{s^2 + 2\zeta\omega s + \omega^2} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana :

$K$  = Penguatan atau gain.

$\omega$  = frekuensi resonansi

$\zeta$  = faktor peredam

Bila  $V_o$  dan  $\tilde{E}$  dianggap disturban, maka dari gambar 3, dapat dilih bahwa Fungsi Transfer dari tegangan keluaran terhadap tegangan referens adalah :

$$\frac{V_o(s)}{V_{ref}(s)} = \frac{(sK_p + K_i)\tilde{E}.R}{s(s^2 LCR + sL)} \cdot \frac{1}{1 + \frac{(sK_p + K_i)\tilde{E}.R}{s(s^2 LCR + sL)} \left( 1 + \frac{K.s}{s^2 + 2\zeta\omega s + \omega^2} \right)}$$

$$\frac{V_o(s)}{V_{ref}(s)} = \frac{(sK_p + K_i)\tilde{E}.R}{s(s^2 LCR + sL) + (sK_p + K_i)\tilde{E}.R \left( 1 + \frac{K.s}{s^2 + 2\zeta\omega s + \omega^2} \right)}$$

Substitusi  $s = j\omega_1$ , kita akan mendapatkan karakteristik kontrol pada frekuensi  $\omega_1$  adalah :

$$\frac{V_o(j\omega_1)}{V_{ref}(j\omega_1)} = \frac{(j\omega_1 K_p + K_i) \bar{E} \cdot R}{j\omega_1 ((j\omega_1)^2 LCR + j\omega_1 L) + (j\omega_1 K_p + K_i) \bar{E} \cdot R \left( 1 + \frac{K \cdot j\omega_1}{(j\omega_1)^2 + 2\zeta\omega_1 j\omega_1 + \omega^2} \right)}$$

Untuk mendapatkan tegangan yang konstan, tegangan referensi  $V_{ref}$  harus merupakan tegangan dc konstan.

karena  $V_{ref}$  adalah referensi tegangan yang merupakan besaran dc konstan maka  $\omega_1 = 0$ ,

sehingga didapatkan persamaan :

$$\frac{V_o(j\omega_1)}{V_{ref}(j\omega_1)} = \frac{K_i \bar{E} \cdot R}{K_i \bar{E} \cdot R}$$

$$\frac{V_o(j\omega_1)}{V_{ref}(j\omega_1)} = 1 \dots\dots\dots(2.3)$$

Dari persamaan (2.3), terlihat bahwa pada saat keadaan mantap tegangan keluaran akan sama dengan tegangan referensi.

Dari gambar 3, kita juga dapat melihat bahwa fungsi transfer dari tegangan keluaran terhadap  $\tilde{E}$  adalah :

$$\frac{V_o(s)}{\tilde{E}(s)} = \frac{\frac{R}{(s^2 LCR + sL)}}{1 + \frac{R}{(s^2 LCR + sL)} \cdot \frac{(sK_p + K_i) \bar{E}}{s} \left( 1 + \frac{K \cdot s}{s^2 + 2\zeta\omega s + \omega^2} \right)}$$

$$\frac{V_o(s)}{\tilde{E}(s)} = \frac{sR}{(s^2 LCR + sL + R) \cdot (sK_p + K_i) \bar{E} \cdot \left( 1 + \frac{K \cdot s}{s^2 + 2\zeta\omega s + \omega^2} \right)}$$

Bila  $\tilde{E}$  dianggap mempunyai frekuensi  $\omega$ , maka  $s = j\omega$ , sehingga didapatkan

$$\frac{V_o(j\omega)}{\tilde{E}(j\omega)} = \frac{j\omega R}{((j\omega)^2 LCR + j\omega L + R) \cdot (K_p j\omega + K_i) \bar{E} \cdot \left( 1 + \frac{K \cdot j\omega}{(j\omega)^2 + 2\zeta \cdot j\omega + \omega^2} \right)}$$

$$\frac{V_o(j\omega)}{\tilde{E}(j\omega)} = \frac{j\omega R}{((j\omega)^2 LCR + j\omega L + R) \cdot (K_p j\omega + K_i) \bar{E} \cdot \left( 1 + \frac{K}{2\zeta\omega} \right)} \dots\dots\dots(2.4)$$

Bila kita mengambil magnitudo dari persamaan diatas, kita akan mendapatkan :

$$\left\| \frac{V_o(j\omega)}{\tilde{E}(j\omega)} \right\| = \frac{\omega R}{\sqrt{\left[ \left( 1 + \frac{K}{2\zeta\omega} \right) (R K_i - K_p \omega^2 - \omega^2 L C R K_i) \right]^2 - \left[ \left( 1 + \frac{K}{2\zeta\omega} \right) (\omega L K_i + \omega K_p R - \omega^3 L C R K_p) \right]^2}} \quad (2.5)$$

Dari persamaan (2.5) diatas terlihat bahwa magnitudo dari persamaan tersebut akan menjadi kecil apabila penyebut dari persamaan (2.5) dibuat sebesar mungkin. Dengan membuat penyebut persamaan (2.5) sebesar mungkin diharapkan pengaruh dari gangguan  $\tilde{E}$  terhadap arus induksi menjadi sangat kecil.

Dari persamaan (2.5) dapat dilihat bahwa bagian penyebut akan menjadi besar apabila kita mengambil :

$$\frac{K}{2\zeta\omega} > 1$$

sehingga diperoleh nilai penguatan K adalah :

$$K > 2\zeta\omega$$

Pengaturan nilai penguat K dapat dilakukan dengan merubah parameter tahanan resistansi  $R_2$  atau kapasitor  $C_1$ , jika salah satu parameter tersebut diset ke nilai yang lebih rendah maka nilai penguat akan meningkat.

Dengan kata lain pengaturan penguatan dapat dilakukan dengan mengubah yaitu menset nilai kapasitor pada sisi masukan op amp dan tahanan pada sisi inverting op amp.