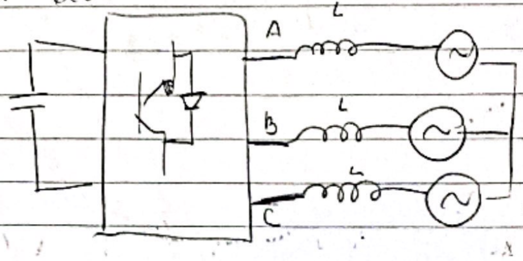
María Jimena Araya Arguedas
Bernardo Chacón

TAREA POTENCIA

1. Red $V_g = Ve^{j\omega t}$ 50 Hz
   $V\cos\omega t + jV\sin\omega t$

DC-LINK = 600V   L = 5mH



a) f_{sw} = 10 KHz
Si K=0

$V_a = V_m\, sen(\omega t)$
$V_b = V_m\, sen(\omega t + 2\pi/3)$
$V_c = V_m\, sen(\omega t - 2\pi/3)$

$V_{ab} = V_a - V_b$

Primero calculo el Vab

$V_{ab} = V_m\, sen(\omega t) - V_m\, sen(\omega t + 2\pi/3)$

Aplicando:
$sen A - sen B = 2\cos\left(\frac{A+B}{2}\right) sen\left(\frac{A-B}{2}\right)$

$= V_m(sen(\omega t) - sen(\omega t + 2\pi/3))$

$= V_m\left[2\cos\left(\frac{\omega t + \omega t + 2\pi/3}{2}\right) sen\left(\frac{\omega t - \omega t - 2\pi/3}{2}\right)\right]$

$= V_m\left(2\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) sen\left(\frac{-\pi}{3}\right)\right)$

$= V_m\left(2\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)\left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right)$

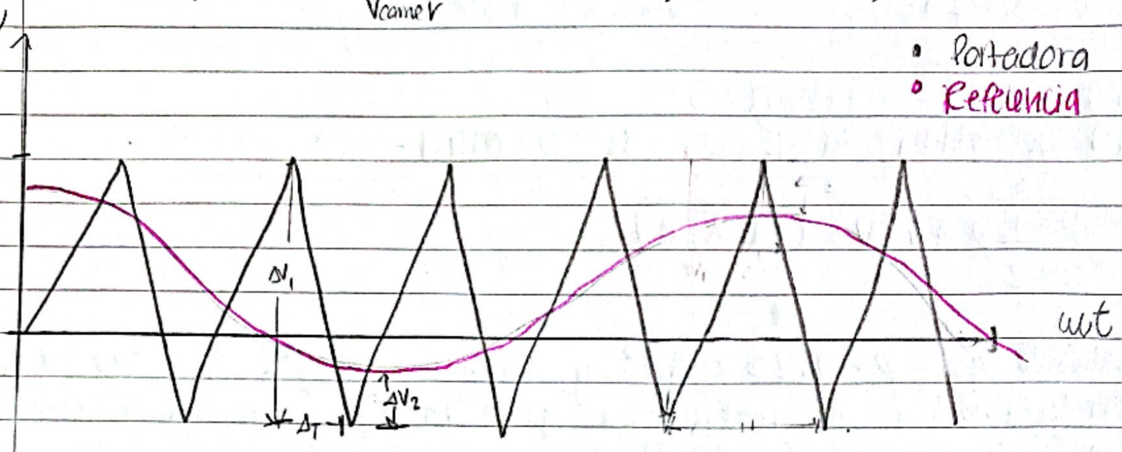
$= -\sqrt{3}\, V_m \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$ en el pico $\cos_{MAX} = \pm 1$

$= \sqrt{3}\, V_m$

El DC LINK define el máximo de amplitud que puede llegar, este siendo $\frac{DC_{LINK}}{2} = 300V$

c)

Sabiendo que $m = \frac{V_{ref}}{V_{carrier}}$, $T_{sw} = 100\mu s$, $T_{on} = 4\mu s$.



Nota: Por simplicidad, se dibujó solo una fase, sin embargo al estar balanceado, sucede en las otras fases lo mismo.

Sea S la pendiente de la portadora

$$S = \frac{\Delta V_1}{\Delta T} = \frac{2V_{carrier}}{T_{sw}}$$ → va de $-V_{carrier}$ a $+V_{carrier}$

Se considera en el punto más alto desde la referencia:

$$\Delta V_2 = V_{carrier} - V_{ref} = V_{carrier} - mV_{carrier} = V_{carrier}(1-m)$$

$$S = \frac{\Delta V_2}{\Delta t} \qquad \Delta t = \frac{V_{carrier}(1-m)}{\frac{2V_{carrier}}{T_{sw}}} = \frac{T_{sw}(1-m)}{2} = \Delta t$$

★ Δt siendo el tiempo que le toma estar encendido, es decir $T_{ON} = \Delta t$

Despejando m

$$2\Delta t = T_{sw}(1-m)$$

$$\frac{2\Delta t}{T_{sw}} = 1-m$$

$$m = 1 - \frac{2\Delta t}{T_{sw}}$$

$$m = 1 - \frac{2(4\mu s)}{100\mu s} = 0,92$$

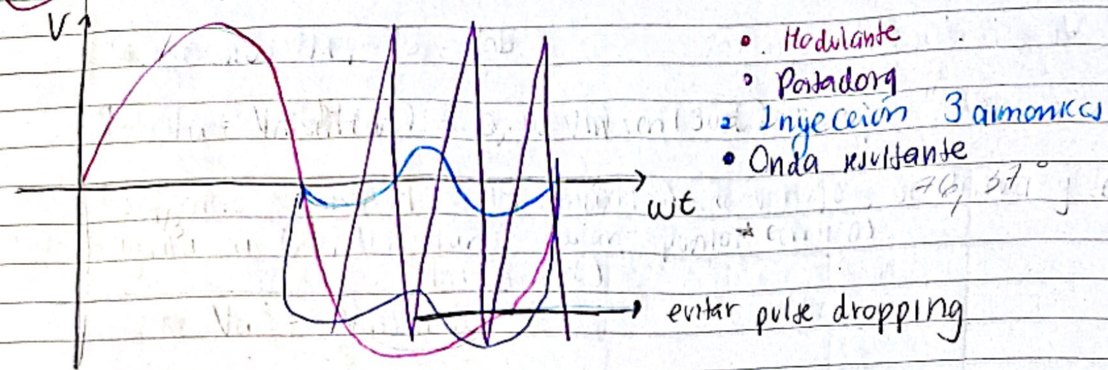
★ Retomando $m = \frac{V_{ref}}{V_{carrier}}$

$$V_{ref} = 0,92(300) = 276 V_{FN}$$

$$V_{LL\,ref} = 276 \cdot \sqrt{3} = 478 V$$

$$\boxed{\therefore V_{LL\,MÁX} = 478 V}$$

(2b) Se introdujeron 3eros armónicos al considerar $K = 1$



Es importante resaltar que inyectar 3er armónicos, evita el pulse dropping y no hace un efecto neto en la tensión de línea

$$V_{ab} = (V_{aref} + V_{m_3}) - (V_{bref} + V_{m_3}) = V_{aref} - V_{bref}$$

Entonces, para encontrar el máximo de la onda, se debe derivar e igualar a 0 con el fin de encontrar puntos críticos.

Tomando $V_a(t)$:

$$V_a(t) = V_m \operatorname{sen} \omega t + 0{,}12\, V_m \operatorname{sen} 3\omega t$$

$$V_a'(t) = V_m \cos \omega t + 0{,}36\, V_m \cos 3\omega t \qquad m = 1{,}0545$$

$$0 = V_m (\cos \omega t + 0{,}36 \cos 3\omega t)$$

$\omega t = 20{,}18$ rad/s → Aquí esta el valor máximo.

Anteriormente, se definió el límite de tensión que se puede sintetizar

$$276 = V_m \left(\operatorname{sen}(20{,}18) + 0{,}12 \operatorname{sen}(3 \cdot 20{,}18) \right)$$

$$V_m = 313{,}237\ \text{V} \qquad \text{Con } m = \frac{313{,}213}{300}$$

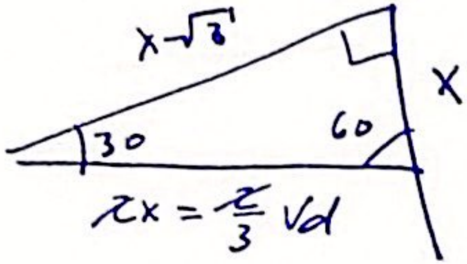
El voltaje linea-linea sería $= \sqrt{3}\, V_m = 542{,}54$ V

$$\boxed{\therefore m = 1{,}045}$$

$$\boxed{\therefore V_{m_{L-L}} = 542{,}54\ \text{V}}$$

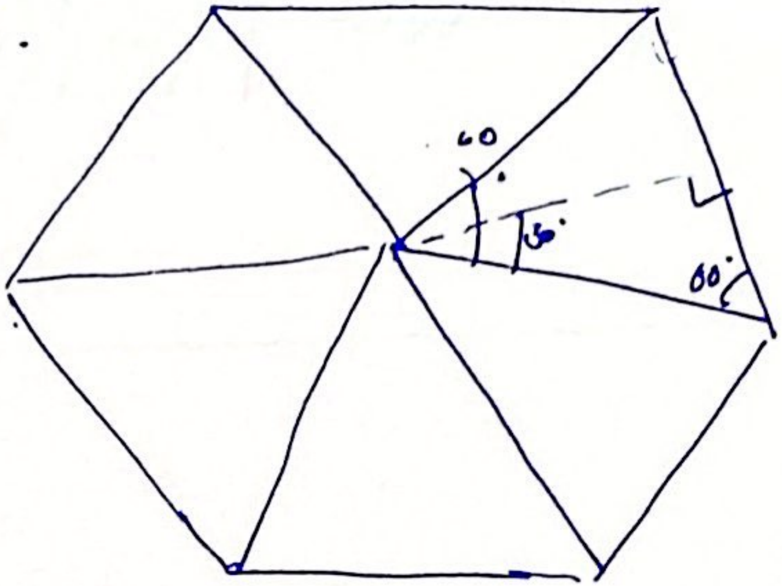
c) Por el hexágono en SVM.

Y: $|\vec{V_n}| = \frac{2}{3}Vd$

=> 

$2x = \frac{2}{3}Vd$

$\Rightarrow x = \frac{1}{3}Vd$



=> sustituyendo x en $x\sqrt{3}$ → $\boxed{\frac{\sqrt{3}}{3}Vd = V_{ref}^{MAX}}$

Si: $m_{amp} = \frac{V_{ref}}{Vdc/2} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}/3\,\cancel{Vdc}}{\cancel{Vdc}/2} = \left(\frac{\sqrt{3}/3}{1/2}\right) = \boxed{\frac{2\sqrt{3}}{3} \approx 1,1547}$ R c).

Entonces por SVM se puede llegar a un mayor valor de modulación de amplitud. En b) $m_a = 1,045$, mientras en c) $m_a = 1,1547$.

(2) 10MW

Maq → 10 polos $\beta = 10°$

$L = 2mH$ $V_{estator} = 6kV_p$

$R = 1\Omega$ $V_{DC\,LINK} = 15kV$

a) Se utiliza la fórmula de potencia

$$P = \frac{1}{2}\rho \pi r^2 v^3 C_p(\lambda, \beta)$$

Sabiendo que $\rho = 1.25\ kg/m^3$ y teniendo un ángulo de ataque de 10° en la gráfica se observa que para un Cp que capture la máxima potencia se aproxima a $C_p = 0,31$.

$$10\ MW = \frac{1}{2}(1,25)\pi(80)V^3(0,3)$$

$$\sqrt[3]{\frac{10\cdot10^6\cdot2}{1,25(\pi)(80)^2(0,3)}} = V$$

$$\boxed{\therefore V = 13,843\ \frac{m}{s}}$$

Para la caja de engranajes, se utiliza:

$\lambda = \frac{r\omega t}{v}$ → De la gráfica, se observa que en el Cp de 0.3 tiene un $\lambda = 5$.

$\omega t = \frac{5\cdot13,843}{80} = 0,86\ \frac{rad}{s}$ → Calculando la velocidad de las turbinas en el punto de operación actual

$$n_t = 0,86\cdot\frac{30}{\pi} = 8,21\ rpm$$

Ahora la velocidad nominal para una máquina de 10 polos a 60 Hz

$$n_{nominal} = \frac{120\cdot f}{P} = \frac{120\cdot60}{10} = 720\ rpm$$

$\boxed{\therefore \text{La relación de la caja es de } 87,69}$

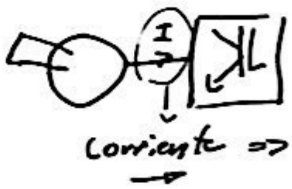
La relación de la caja de engranajes es de de $\frac{720\ rpm}{8,21\ rpm} = 87,69$

b)

$S = 8MVA$; $FP = 0{,}95 \Rightarrow$

, $Q = 8M \operatorname{sen}(18{,}2°)$ $\boxed{Q \approx 2{,}5MVA_r}$

Estos cálculos son previos a la resolución del problema, una vez se encuentran estos valores de potencia: Se debe asignar dirección a la corriente para saber si es pot. consumida o absorbida



Corriente $\Rightarrow$ Pot. absorbida (−).

$\therefore \begin{cases} P = \cancel{7{,}} -7{,}6MW \\ Q = -2{,}5MVA_r \end{cases}$ [1]

Por dq se sabe que $\begin{cases} P = \frac{3}{2}(V_d I_d + V_q I_q) \\ \hat{Q} = \frac{3}{2}(V_q I_d - V_d I_q) \end{cases}$

Por la orientación en la máquina: $V_{dq} = V_d + j\cancel{V_q}^{\,0}$

$\Rightarrow \begin{cases} P = \frac{3}{2}(V_d I_d) \\ \tilde{Q} = \frac{3}{2}(-V_d I_q) \end{cases} \rightarrow$ en [1] $\rightarrow \begin{cases} -7{,}6M = \frac{3}{2}(V_d I_d) & [2] \\ -2{,}5M = \frac{3}{2}(V_d \cdot 295A) \end{cases} \rightarrow V_d = \frac{-2{,}5M \cdot 2}{3 \cdot 295}$

$\boxed{V_d = -5649{,}7V}$

Con [2], Buscamos Id:

$\frac{-7{,}6M \cdot 2}{3 \cdot (-5649{,}7)} \rightarrow \boxed{I_d = 896{,}8A}$

De estos datos: $\begin{cases} V_d = -5649{,}7\,V \\ I_d = 896{,}8\,A \\ I_q = 295\,A \end{cases}$

se busca Pérdidas con: $\boxed{P_d = \frac{3}{2} I_{dq}^2 \cdot R.}$

① $I_{dq} = \sqrt{896{,}8^2 + 295^2} = 944{,}07\,A$

② $\frac{3}{2}(944{,}07)^2 \cdot 1 = \boxed{1{,}336\,MW}$ // R b).

2c Se asume que el voltaje de 6kVrms es de línea, ya que el enunciado no especifica. Además, se va a trabajar con la potencia nominal de 10MW.

Empezando, el sistema esta orientado en la red, entonces $V_q^g = 0$.

Por otro lado $V_d^g = 6000\sqrt{2} = 8,485\ kV_p$.

$$10\,MW = \frac{3}{2}\left(V_d^g \cdot i_a\right)$$ → por conservación de energía

$$\frac{2 \cdot 10\,MW}{3(8,485 \times 10^3)} = i_d$$

$$i_d = 785,7\ A$$

Sabemos que

$$P = S\,fp \rightarrow S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$fp = \frac{P}{\sqrt{P^2+Q^2}}$$

$$0,99 = \frac{10\,MW}{\sqrt{(10\,MW)^2 + Q^2}}$$

$$Q = 1,42\ MVAR$$

Ahora con la fórmula

$$Q = -\frac{3}{2}\left(V_d^{g} \cdot i_q\right)$$

$$1,42 \text{ MVAR} = -\frac{3}{2}\left(8,485 \cdot 10^{3} \cdot i_q\right)$$

$$i_q = -111,57 \text{ A}$$

$$i_{dq} = \sqrt{(-111,57)^2 + (785,7)^2} = 793,58 \text{ A}$$

$\boxed{\therefore \text{ La corriente por la red es } i_{dq} = 793,58 \text{ A.}}$