

Anteproyecto de Aeronaves

Trabajo Practico N°1

Cálculo de Datos Preliminares

Indice: Pag 1.

Base de datos: Pag 2,3,4.

Ejercicio 1: | Pag 5

Gráfico 1: Pag 6.

Ejercicio 2: Pag 7.

Gráfico 2: Pag 8.

Ejercicio 3: Pag 9.

Gráfico 3: Pag 10.

Ejercicio 4: Pag 11.

Gráfico 4: Pag 12.

Ejercicio 5: Pag 13.

Ejercicio 6: Pag 14.

Anteproyecto de aeronaves: Pag 15.

Base de datos.

La base de datos aquí presente corresponde a una recopilación de datos correspondiente a 15 aviones distintos, la cual nos servirá para realizar nuestro **Anteproyecto de Aeronave.**

Datos	<u>Beagle B 121</u>	<u>Beach 77</u>	<u>Beech A36</u>	<u>Beech C23R</u>	<u>Beech C33A</u>
Peso Máx (Wt)	873 Kg	780 Kg	1665 Kg	1250 Kg	1383 Kg
Peso Vacío (We)	522 Kg	500 Kg	1040 Kg	777 Kg	807 Kg
Carga Útil	250 Kg	160 Kg	475 Kg	320 Kg	300 Kg
Carga Útil/ Peso Máx	0.282	0.2	0.27	0.24	0.209
Superficie Alar (Sw)	11.2 m2	12 m2	16.8 m2	13.6 m2	16.5 m2
Potencia (Pot)	150 HP	115 HP	300 HP	200 HP	225 HP
Envergadura (b)	9.45 m	9.14 m	8.38 m	10.00 m	10.00 m
Alargamiento (A)	7.97	6.96	4.18	7.352	6.06
Carga alar (W/Sw)	77.9 Kg/m2	65 Kg/m2	99.107Kg/m2	91.91Kg/m2	83.81Kg/m2

Velocidad Crucero(Vc)	175 Km/h	160 Km/h	320 Km/h	96 Km/h	100 Km/h
Velocidad Pérdida (Vs)	91 Km/h	75 Km/h	103 Km/h	96 Km/h	100 Km/h
Régimen Ascenso MSL	240 m/min	216m/min	362m/min	278m/min	279m/min
Alcance	708 Km	764 Km	1694 Km	1271 Km	957 Km
Autonomía	4 horas	3.39horas	6 horas	4.8 horas	4.4 horas
Perfil Alar	NACA632-615				
Cuerda Media (C)	1.18 m	1.31 m	2.004 m	1.36 m	1.65 m
Carrera de Aterrizaje	430 m	450 m	485 m	468 m	470 m
Carrera de Despegue	451 m	440 m	490 m	479 m	487 m
Sup Horiz. de Cola (St)	3.56 m2	1.96 m2	2.74 m2	1.921 m2	2.74 m2
Sup Vertical de Cola (Sv)	2.65 m 2	2.96 m2	1.53 m2	1.39 m2	1.53 m2
Distancia entre el 25% C de Raíz de Ala	3.48 m	4.67 m	3.94 m	4.63 m	4.75 m
Y 25% C de Raíz de Empenaje Horiz. (lt)					
Distancia entre 25% C de Raíz de ala	3.81 m	4.02 m	3.89 m	4.19 m	4.69 m
Y 25% C de Raíz Empenaje Vertical (lv)					
Volumen Reducido de Empenaje horiz. (Vt)	0.95	0.58	0.32	0.827	0.47
Volumen Reducido de Empenaje Vertical (Vv)	0.76	0.75	0.17	0.517	0.26

Datos	<u>Cirrus SR20</u>	<u>Fuji FA200</u>	<u>Pazmany PL-1B</u>	<u>Piper PA-28</u>	<u>Piper PA-28R</u>
Peso Máx (Wt)	1315 Kg	1150 Kg	653 Kg	1105 Kg	1134 Kg
Peso Vacío (We)	930 Kg	650 Kg	431 Kg	613 Kg	626 Kg
Carga Útil	350 Kg	280 Kg	185 Kg	290 Kg	290 Kg
Carga Útil/ Peso Máx	0.26	0.24	0.28	0.262	0.255
Superficie Alar (Sw)	12.6 m2	14 m2	10.78 m2	15.8 m2	14.2 m2
Potencia (Pot)	200 HP	180 HP	150 HP	160 HP	180 HP
Envergadura (b)	10.85 m	9.42 m	8.53 m	10.67 m	9.14 m
Alargamiento (A)	9.34	6.33	6.7	7.2	5.88
Carga alar (W/Sw)	104.34 Kg/m2	82.14 Kg/m2	66.5 Kg/m2	69.93 Kg/m2	79.86Kg/m22
Velocidad Crucero(Vc)	275 Km/h	167 Km/h	209 Km/h	195 Km/h	230 Km/h
Velocidad Pérdida (Vs)	105 Km/h	80 Km/h	87 Km/h	79 Km/h	109 Km/h
Régimen Ascenso MSL	300 m/min	228 m/min	488 m/min	193 m/min	262.5 m/min
Alcance	1480 Km	1400Km	651 Km	1185 Km	1600 Km
Autonomía	5.5 horas	4.5 horas	3.45 horas	5 horas	5.4 horas
Perfil Alar			Naca632615		

Cuerda Media (C)	1.16 m	1.48 m	1.26 m	1.48 m	1.55 m
Carrera de Aterrizaje	588 m	290 m	167 m	348 m	466 m
Carrere de Despegue	560 m	346 m	171 m	495 m	4 86 m
Sup Horiz. de Cola (St)	2.72 m2	3.28 m2	1.67 m2	2.46 m2	2.48 m2
Sup Vertical de Cola (Sv)	1.51 m2	2.47 m2	1.07 m2	1.52 m2	1.54 m2
Distancia entre el 25% C de Raíz de Ala	3.02 m	4.18 m	3.55 m	3.82 m	3.82 m
Y 25% C de Raíz de Empenaje Horiz. (lt)					
Distancia entre 25% C de Raíz de ala	3.75 m	4.36 m	3.2 m	3.89 m	3.89 m
Y 25% C de Raíz Empenaje Vertical (lv)					
Volumen Reducido de Empenaje horiz. (Vt)	0.56	0.65	0.43	0.35	0.35
Volumen Reducido de Empenaje Vertical (Vv)	0.38	0.66	0.25	0.32	0.32

Datos	Piper PA-38	Slingsby T-67C	Socata ST-10	Socata TB-29	Zlin 42
Peso Máx (Wt)	760 Kg	975 Kg	1220 Kg	1400 Kg	920 Kg
Peso Vacío (We)	510 Kg	685 Kg	723 Kg	859 Kg	600 Kg
Carga Útil	150 Kg	155 Kg	295 Kg	540 Kg	160 Kg
Carga Útil/ Peso Máx	0.197	0.169	0.24	0.38	
Superficie Alar (Sw)	11.6 m2	12.6 m2	13 m2	11.9 m2	13.15 m2
Potencia (Pot)	112 HP	160 HP	200 HP	250 HP	180 HP
Envergadura (b)	10.36 m	10.59 m	9.70 m	11.9 m	9.11 m
Alargamiento (A)	9.252	8.9	7.73	8.28	6.31
Carga alar (W/Sw)	65.51 Kg/m2	77.38 Kg/m2	93.8 Kg/m2	117.6 Kg/m2	70 kg/m2
Velocidad Crucero(Vc)	190 Km/h	215 Km/h	265 m/h	268 Km/h	200 Km/h
Velocidad Pérdida (Vs)	85 Km/h	87 Km/h	100Km/h	109 Km/H	87 Km/h
Régimen Ascenso MSL	215.5m/min	270 m/min	288m/min	337 m/min	300 m/min
Alcance	867 kM	1025 Km	1300 Km	2053 Km	650 Km
Autonomía	4.1 horas	4.2 horas	4.8 horas	6 horas	4 horas
Perfil Alar			Raíz 4413-6, puntera 62ª-517		NACA 632-416.5
Cuerda Media (C)	1.119 m	1.18 m	1.34 m	1.19 m	1.44 m
Carrera de Aterrizaje	460 m	414 m	250 m	585 m	350 m
Carrere de Despegue	438 m	450 m	270 m	745 m	350 m
Sup Horiz. de Cola (St)	2.62 m2	2.27 m2	2.71 m2	2.81 m2	2.89 m2
Sup Vertical de Cola (Sv)	2.95 m2	1.61 m2	1.68 m2	1.48 m2	1.23 m2
	4.64 m	3.29 m	4.47 m	4.52 m	3.81 m

Distancia entre el 25% C de Raíz de Ala					
Y 25% C de Raíz de Empenaje Horiz. (lt)					
Distancia entre 25% C de Raíz de ala	4.13 m	3.82 m	4.09 m	3.98 m	3.82 m
Y 25% C de Raíz Empenaje Vertical (lv)					
Volumen Reducido de Empenaje horiz. (Vt)	0.85	0.49	0.73	0.82	0.46
Volumen Reducido de Empenaje Vertical (Vv)	0.43	0.35	0.39	0.38	0.24

EJERCICIO N°1

En vuelo recto y nivelado, el peso máximo del avión (**Wt**) es equivalente a la fuerza de sustentación producido por el mismo (**L**) **Wt = L**. Si reemplazamos **L** por su formula, obtendremos la ecuación **Wt = $\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot Vc^2 \cdot Cl \cdot Sw$** (ecuación B), como todos los aviones en la base de datos son de características similares, se pueden tomar los valores $\frac{1}{2} Cl$, como constantes obteniendo **K1 = $\frac{1}{2} Cl$** (ecuación c).

Si en la Ecuación B reemplazamos, con la Ecuación C, obtendremos **Wt = K1 . Vc² . Sw**, luego pasamos de termino el valor de **Sw**, y nos quedará **Wt / Sw = K1 . Vc²** que establece la relación lineal entre la carga alar (**Wt / Sw**) y la velocidad crucero al cuadrado (**Vc²**).

Definimos la velocidad de crucero (Vc) de nuestro avión, por promedio de todas las Vc de los aviones de la base de datos, quedando **Vc = 225 Km/h = 62,5 m/s**. Con este dato establecido, podemos determinar el valor de la carga alar (W/Sw), ubicándola en el eje de abscisas. De ahí, se proyecta una línea de referencia hasta su intersección con la recta de regresión o promedio, con lo cual obtendremos el valor: **Wt/Sw = 82,9 Kg/m²**

Una vez establecida la Sw de nuestro avión, en el Ejercicio N°2, podemos proceder a calcular el Peso Max. (Wt), mediante un despeje sencillo, quedando: **Wt = 1202,05 Kg**

	W/Sw	Vc²
Beagle B-121	77,9	2362,93
Beech 77	65	1971,36
Beech A36	99,1	7885,44
Beech C23R	91,91	3734,43
Beech C33A	83,81	4821,91
Cirrus SR-20	104,34	5833,9
Fuji FA-200	82,14	2151,1
Pazmany PL-1B	66,5	3369,8
Piper PA-28	69,93	2933,3
Piper PA-28R	79,86	4080,65
Piper PA-38	65,51	2784,67
Slingsby T-67C	77,38	3566,47

Socata ST-10	93,8	5418,43
Socata TB-20	117,6	5541,31
Zlin 42	70	3080,25

Ejercicio N°1

EJERCICIO N°2

La potencia del motor de un avión es equivalente a la **Vc** por el valor de la resistencia al avance del mismo.
Pot = Vc. D

Entonces, reemplazando D tenemos que **Pot = Vc . ½ . . Vc² . Cd . Sw**

Como todos los aviones de la base de datos son de similares características, los valores ½ . **δ Cd** pueden considerarse constantes, quedando **K2 = ½ . δ Cd**

Reemplazando tenemos que **Pot = Vc³. K2 . Sw** si pasamos de término el dato Sw nos queda **Pot / Sw = K2 . Vc³**, que nos establece una relación lineal entre el cubo de la velocidad crucero del avión y la distribución de los HP por m² de la superficie alar.

Ahora, para averiguar el valor de la superficie alar de nuestro avión realizamos un promedio de la relación Pot/Sw de los aviones representados en el grafico N°2, quedando:

(δ Pot / Sw) / n = 13,798 HP / m². Con esto deducimos que **Sw = Pot HP / 13,798 HP/m²**; donde Pot es el valor de potencia definido, por promedio, para nuestro avión, el cual es de **200 HP**. Reemplazando tenemos:
Sw = 200 HP / 13,798 HP/m² Sw = 14,5 m²

	Pot/Sw	Vc³
Beagle B-121	13,39	114862,12
Beech 77	9,58	87528,38
Beech A36	17,85	700227,07
Beech C23R	14,7	228211,14
Beech C33A	13,63	334833,68
Cirrus SR-20	15,87	445593,61
Fuji FA-200	12,85	99768,22
Pazmany PL-1B	13,91	195617,03
Piper PA-28	10,12	158867,83
Piper PA-28R	12,67	260672,2
Piper PA-38	9,65	146947,18
Slingsby T-67C	12,69	212990,09
Socata ST-10	15,38	398850,78
Socata TB-20	21	412495,38
Zlin 42	13,68	170953,87

Ejercicio N°2

EJERCICIO N°3:

Para hallar el momento ejercido por el grupo empenaje horizontal se deben de multiplicar dos valores, uno de ellos es el coeficiente de sustentación que produce este sobre su centro aerodinámico y el otro valor es la distribución existente entre el 25% de la cuerda del ala y el 25 % de la cuerda del empenaje horizontal $M_t = l_t \cdot L_t$

Si reemplazamos esto por los valores de la sustentación nos queda $M_t = l_t \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_c^2 \cdot C_{lt} \cdot St$ que por tratarse de valores muy similares algunos de ellos se consideran constantes apareciendo entonces el valor K quedando la ecuación $K_3 = M_t / \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_{lt} \cdot C_{te}$; haciendo un pasaje matemático simple quedará de la siguiente manera $1 / St = K_3 \cdot V_c^2 \cdot t$ entre esta formula o mejor dicho este valor será utilizar para diagramar el gráfico de superficie horizontal de cola en función de la velocidad al cuadrado por la distancia entre el 25 % de la cuerda del ala y el 25 % de cuerda del empenaje horizontal.

Con estos datos podemos averiguar el valor de St de nuestro avión, sacando un promedio de los valores de $1 / St$ de todos los aviones en la base de datos: $(\sum 1 / St) / n = 0,38$; por lo tanto $1 / St = 0,38$. Para averiguar el valor de St,, realizamos un simple cálculo:

$$St = (0,38)^{-1} St = 2,63 \text{ m}^2$$

	$V_c^2 \cdot L_t$	$1/St$
Beagle B-121	8223	0,2
Beech 77	9206,25	0,38
Beech A36	31068,6	0,36
Beech C23R	17290,4	0,52
Beech C33A	22904	0,36
Cirrus SR-20	17618,4	0,36
Fuji FA200	8991,6	0,3
Pazmany PL-1B	11962,79	0,6
Piper PA-28	11205,22	0,4
Piper PA-28R	15588	0,4
Piper PA-38	12920,8	0,38
Slingsby T-67C	11733,7	0,44
Socata ST-10	25466,6	0,3
Socata TB-20	25046,7	0,35
Zlin 42	11766,5	0,4

Ejercicio N°3

EJERCICIO N°4

Para hallar el momento ejercido por el grupo empenaje vertical se deben de multiplicar dos valores, uno de ellos es el coeficiente de sustentación que produce este sobre su centro aerodinámico y el otro valor es la distribución existente entre el 25% de la cuerda del ala y el 25 % de la cuerda del empenaje horizontal $M_v = l_v \cdot L_v$

Si reemplazamos esto por los valores de la sustentación nos queda $M_v = l_v \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_c^2 \cdot C_{lv} \cdot Sv$ que por tratarse de valores muy similares algunos de ellos se consideran constantes apareciendo entonces el valor K quedando la ecuación $K_4 = M_v / \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_{lv} \cdot C_{te}$

Haciendo un pasaje matemático simple quedará de la siguiente manera $1 / S_v = K_4 \cdot V_c^2 \cdot t$ entre esta formula o mejor dicho este valor será utilizar para diagramar el gráfico de Superficie horizontal de cola en función de la velocidad al cuadrado por la distancia entre el 25 % de la cuerda del ala y el 25 % de cuerda del empenaje horizontal.

Con estos datos podemos averiguar el valor de St de nuestro avion, sacando un promedio de los valores de $1 / St$ de todos los aviones en la base de datos: $(\sum 1 / S_v) / n = 0,60$; por lo tanto $1 / S_v = 0,60$. Para averiguar el valor de St , entonces, realizamos un simple calculo:

$$S_v = (0,60)^{-1} S_v = 1,66 \text{ m}^2$$

	$1/S_v$	$V_c^2 \cdot L_v$
Beagle B-121	0,37	9002,77
Beech 77	0,33	7924,86
Beech A36	0,65	30674,36
Beech C23R	0,71	15647,27
Beech C33A	0,65	22614,77
Cirrus SR-20	0,66	21877,14
Fuji FA-200	0,4	9378,81
Pazmany PL-1B	0,95	10783,36
Piper PA-28	0,65	11410,55
Piper PA-28R	0,64	15873,74
Piper PA-38	0,33	7787,71
Slingsby T-67C	0,62	13623,94
Socata ST-10	0,59	22161,38
Socata TB-20	0,67	22054,42
Zlin 42	0,81	11735,75

Ejercicio N°4

EJERCICIO N°5

Para obtener el alargamiento del plano de una aeronave se divide la envergadura elevada al cuadrado (b^2) por la superficie alar del mismo (S_w) $A = b^2 / S_w$

En nuestro anteproyecto de avión el alargamiento se obtiene mediante la sumatoria de los alargamientos de las aeronaves de la base de datos dividido la cantidad de aeronaves:

$$\sum A_i / n.$$

Para determinar el alargamiento del plano de nuestra aeronave, obtuvimos el promedio de la totalidad de los alargamientos de los aviones de la base de datos confeccionada; quedando entonces: $A = (\sum A_i) / n$ $A = 7,22$

Como $A = b^2 / S_w$, podemos averiguar el valor de la envergadura de nuestro proyecto. Despejando entonces, tenemos:

$$b^2 = A \cdot S_w \quad b = \sqrt{A \cdot S_w} = \sqrt{7,22 \cdot 14,5 \text{ m}^2} \quad b = 10,23 \text{ m}$$

EJERCICIO N°6

En este punto, para obtener el volumen reducido de empenaje horizontal (**V_t**) de una aeronave se utilizará la siguiente formula: **$V_t = S_t \cdot l_t \cdot S_w \cdot C$**

Donde **S_t** = la superficie horizontal de cola.

l_t = Distancia entre el 25% de la cuerda de raíz del ala y el 25% de la cuerda de raíz del empenaje horizontal.

S_w = A superficie alar.

C = cuerda media.

Para obtener el valor de los volúmenes reducidos del empenaje vertical se procede de la siguiente forma: **$V_v = S_v \cdot l_v \cdot S_w \cdot C$**

Donde **S_v** = la superficie vertical de cola.

l_v = Distancia entre el 25% de la cuerda de raíz del ala y el 25% de la cuerda de raíz del empenaje vertical.

S_w = A superficie alar.

C = cuerda media.

Para obtener el volumen reducido del empenaje horizontal (**V_t**) y del empenaje vertical (**V_v**) de nuestra aeronave, se realizará la sumatoria de los respectivos volúmenes reducidos de las aeronaves de la base de datos, dividido por la cantidad total de aeronaves utilizadas (promedio) **$V_t = \sum V_{ti} / n$** y **$V_v = \sum V_{vi} / n$** .

Esto nos da: **V_t = 0,53** y **V_v = 0,34**. También podemos obtener el valor de la cuerda media del ala, mediante el siguiente cálculo: **$C = S_w / b = 14,5 \text{ m}^2 / 10,23 \text{ m}$** **C = 1,41 m**

<u>Datos de nuestra aeronave</u>	
Peso máximo (W_t)	1202.05 Kg
Superficie alar (S_w)	14.5 m ²
Potencia (Pot)	200 HP
Envergadura (b)	10.23 m
Alargamiento (A)	7.22
Carga alar (W/S_w)	82.9 Kg/m ²
Velocidad Crucero (V_c)	225 Km/h 62.5 m/s
Cuerda Media (C)	1.41 m
Sup. Horizontal de cola (S_t)	2.63 m ²
Sup. Vertical de cola (S_v)	1.66 m ²
Distancia entre el 25% C de raíz de Ala y 25% C de raíz de empenaje horizontal (l_t)	3.95 m
Distancia entre el 25% C de raíz de ala Y el 25% de raíz de empenaje vertical (V_v)	3.90 m
Volumen reducido de empenaje horizontal (V_t)	0.53

Volumen reducido de empenaje vertical (V_v)	0.34
---	------

Corrección:

EJERCICIO N°4

Para hallar el momento ejercido por el grupo empenaje horizontal se deben de multiplicar dos valores, uno de ellos es el coeficiente de sustentación que produce este sobre su centro aerodinámico y el otro valor es la distribución existente entre el 25% de la cuerda del ala y el 25 % de la cuerda del empenaje horizontal $M_v = l_v \cdot L_v$

Si reemplazamos esto por los valores de la sustentación nos queda $M_v = l_v \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho V_c^2 \cdot C_{lv} \cdot S_v$ que por tratarse de valores muy similares algunos de ellos se consideran constantes apareciendo entonces el valor K quedando la ecuación $K_4 = M_v / \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_{lv}$ CTE

Haciendo un pasaje matemático simple quedará de la siguiente manera $1 / S_v = K_4 \cdot V_c^2 \cdot t$ entre esta formula o mejor dicho este valor será utilizar para diagramar el gráfico de Superficie horizontal de cola en función de la velocidad al cuadrado por la distancia entre el 25 % de la cuerda del ala y el 25 % de cuerda del empenaje horizontal.

Con estos datos podemos averiguar el valor de S_v de nuestro avión, quedando $1 / S_v = 0,98$ $S_v = 1,02 \text{ m}^2$

EJERCICIO N°6

En este punto para obtener el volumen reducido de empenaje horizontal (V_t) de una aeronave se utilizará las siguiente formula: $V_t = S_t \cdot l_t / S_w \cdot C$

Donde, S_t = Superficie horizontal de cola.

l_t = Distancia entre el 25% de la cuerda de raíz del ala y el 25% de la cuerda de raíz del empenaje horizontal.

S_w = Superficie alar.

C = Cuerda media.

Para obtener el valor del volumen reducido del empenaje vertical, se procede de la siguiente form: $V_v = S_v \cdot l_v / S_w \cdot C$

Donde, S_v = Superficie vertical de cola.

l_v = Distancia entre el 25% de la cuerda de raíz del ala y el 25% de la cuerda de raíz del empenaje vertical.

S_w = Superficie alar.

C = Cuerda media.

Entonces para obtener los volúmenes reducidos de nuestra aeronave se realizara un promedio de los volúmenes reducidos de los aviones de la base de datos, quedando $V_t = 0,53$ y $V_v = 0,19$.

Asi tambien podemos obtener el valor de la cuerda media del ala, mediante el siguiente calculo: $C = S_w / b = 14,5 \text{ m}^2 / 10,23 \text{ m} C = 1,41 \text{ m}$

18