

# Interacción Computadora-Humano y el adiestramiento del 787



Cap. Carlos Arroyo Landero  
Cap. Héctor G. Marino

# Todo empezó con mi tío Alberto



# Todo empezó con mi tío Alberto



# Todo empezó con mi tío Alberto



# ¿Cuánto hemos evolucionado?



# La Magia de la Cultura

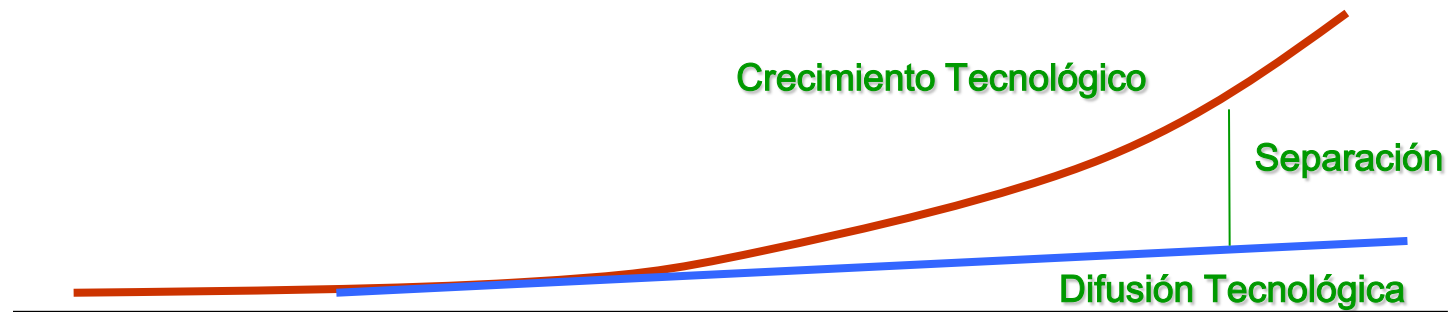
→ La aviación, ¿está impulsada tecnológicamente?

**Un aparato simple: propulsor, alas, superficies de control: ¡eso es todo!**

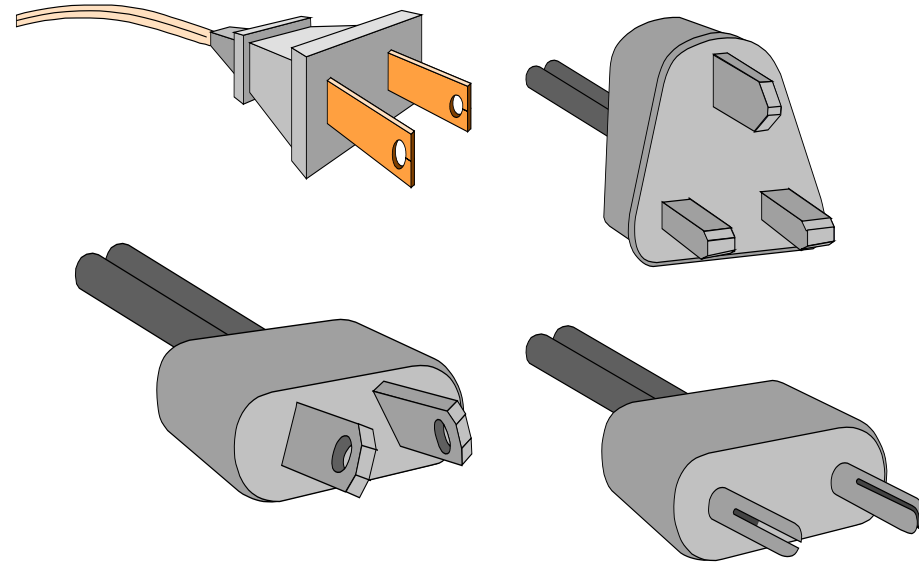
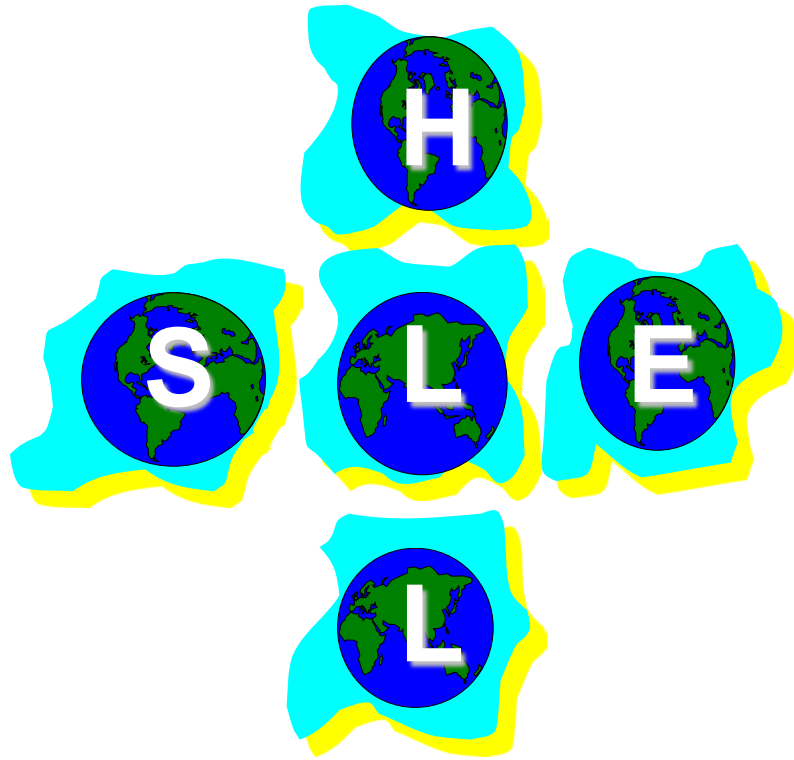
**Los valores sociales y la negociación determinan el desempeño, la economía y los itinerarios dictan el contenido de ingeniería y la tecnología**

# Aceleración Tecnológica

- La Ley de Moore : La capacidad de los microchips se duplica cada 18 meses
- Trayectorias similares ocurren en materiales y en potencia
- La Difusión Tecnológica : Un proceso aritmético
- Se incrementa la separación
- Consecuencias se ven en un sistema de gran escala

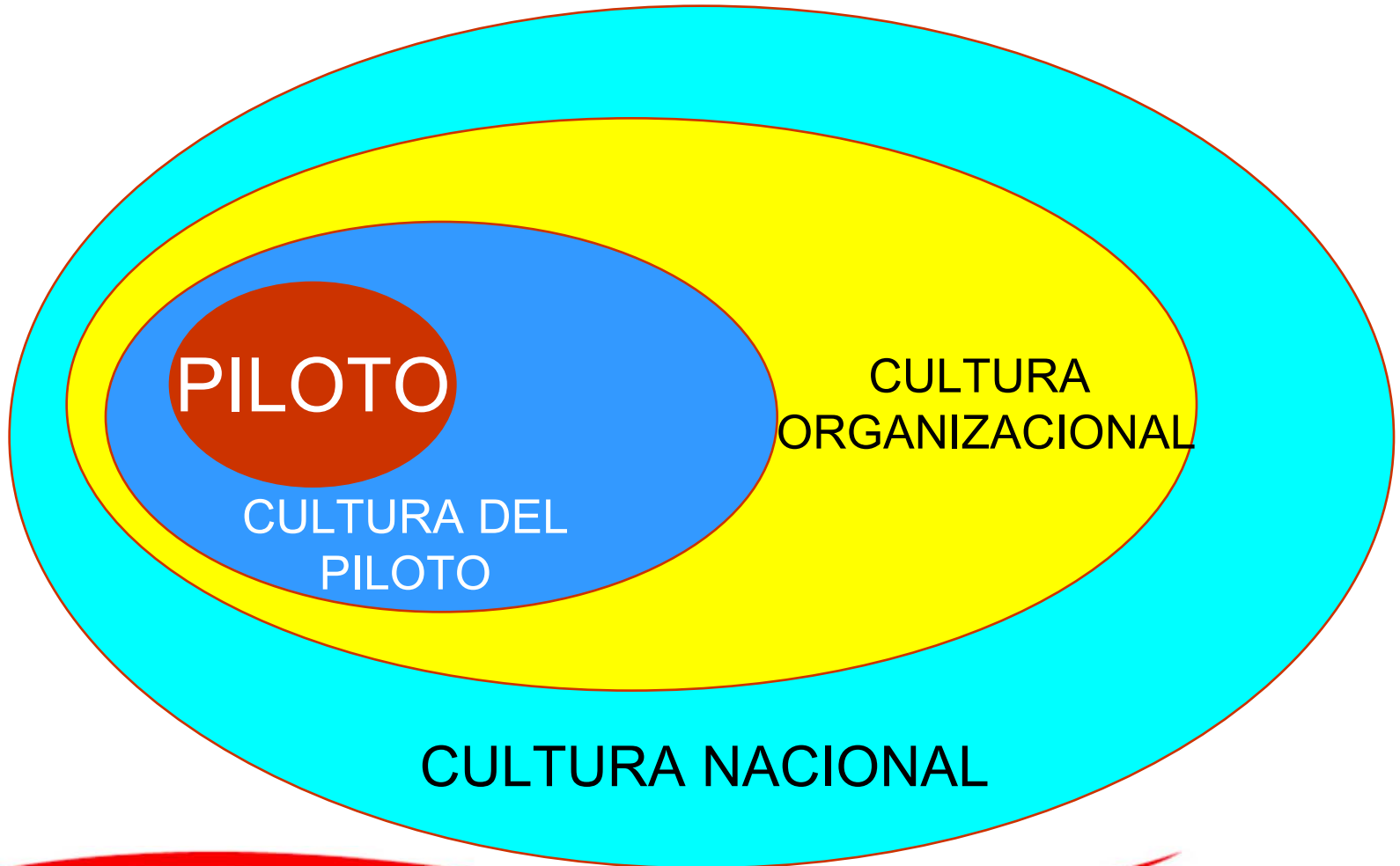


# El Caso de la Seguridad



**Los desajustes de las interfases culturales  
= tierra fértil para el error humano**

# Acomodo Tradicional de las Culturas



# Administración de Riesgo

- ✓ **Análisis de Riesgo**
  - ✓ Entender los peligros
  - ✓ Estimar las probabilidades
  - ✓ Entender las consecuencias
- ✓ **Reducción del Riesgo**
  - ✓ Eliminar peligros
  - ✓ Reducir probabilidades
  - ✓ Minimizar consecuencias



# Error Humano

“Parece aceptable decir que el error humano está implicado en el 90% de los accidentes mayores. Esto no ayuda en nada a entender cómo y por qué suceden los accidentes organizacionales. Para empezar, muy difícilmente podría ser diferente, dado el alto grado de involucramiento del humano en sistemas peligrosos.

El termino “error humano” da la impresión de que todos los actos inseguros, se pueden agrupar en una sola categoría. Pero los errores toman distintas formas, tienen distintos orígenes psicológicos, ocurren en diferentes partes del sistema y requieren diferentes métodos de administración”

*James Reason*

“Un avión es un avión y un piloto es un piloto”

Verdad: Existe una cultura de aviación profesional,  
una forma aceptada de hacer las cosas, que  
incluye:

Como seleccionar  
y capacitar pilotos

Como volar un  
avión

Y como verte  
bien de  
uniforme...



“ Para bailar el Tango, se necesitan dos...” cuando usamos la automatización

¿Pero quién lleva?

¿Quién sigue?

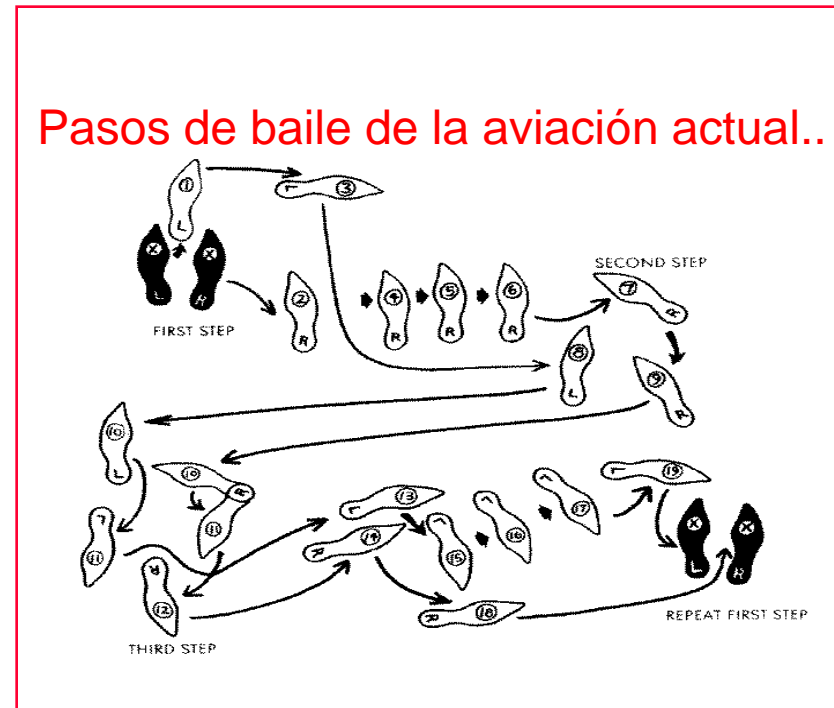
¿Y qué es lo que haces si no te sabes los pasos?



# Predicción

Existe una correlación significativa entre los eventos de automatización y el grado que el piloto esté “tecnológicamente” involucrado.

1. Cuanto más cerca estés, mas fácil “seguir”
2. Cuanto mas lejos, mas difícil siquiera reconocer los pasos



# Bailar la Interfase de la Automatización: Cuatro Posibilidades

## ASIMILACIÓN

“Una sola talla”

Siga al líder.

¿Solo importa la Economía?

## INTEGRACIÓN

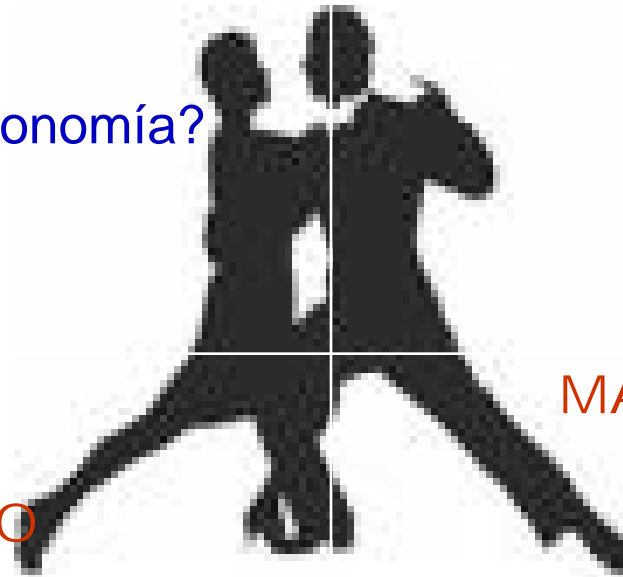
Modifique el traje  
a su medida

## COSMÉTICO CUMPLIR EL REQUERIMIENTO

No es fácil de seguir,  
Pero hay que simular  
No muy exitoso

## MARGINALIZACIÓN

Ni siquiera  
Reconoce los pasos



# Filosofías de Diseño de Cabinas

- Usar nuevas tecnologías y capacidades funcionales sólo cuando:
- Resulten en una clara y distinguible ventaja operacional o de eficiencia, sin efecto adverso a la interfase con la tripulación

En ningún otro sitio, un producto dura 30 años en operación y tiene riesgos tan altos en desarrollo y ¡a tan alto costo!

Debemos entender las acciones de los pilotos y guiarnos por las filosofías apropiadas

# Filosofías de Diseño de Cabinas



**Diseñar sistemas tolerantes al error.**

**La jerarquía de las alternativas de diseño son: simplicidad, redundancia y automatización**

**The Airline said  
that those were  
Barney's last words**

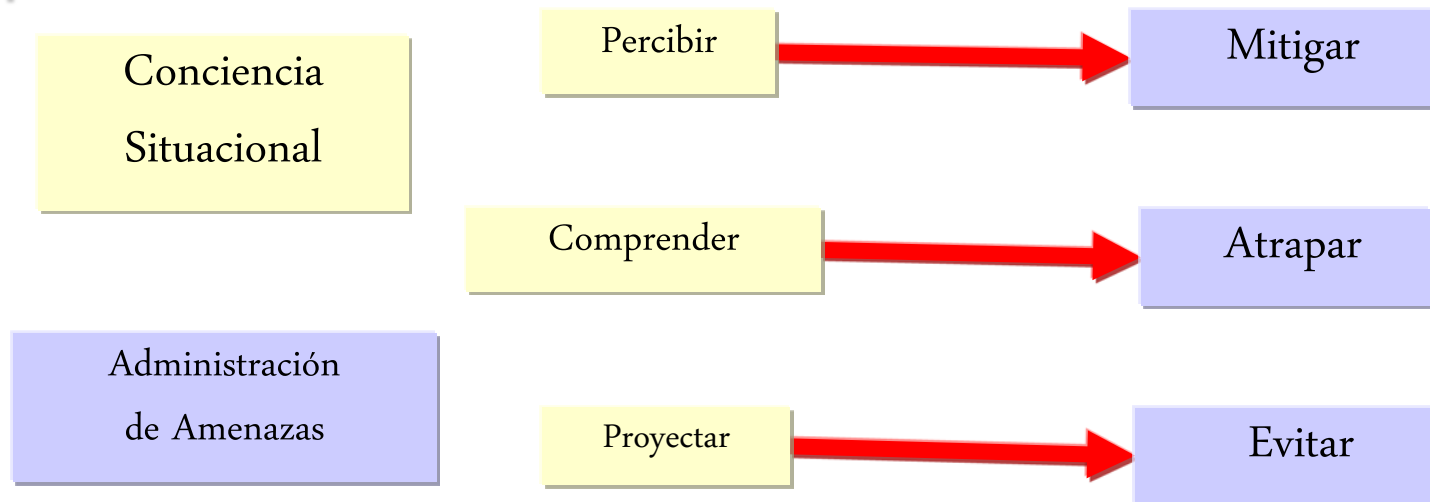
*Cultura :  
¿Cuestión de  
conocimiento?*

*Conocimiento :  
¿Cuestión de Cultura?*



# *Enfoque en la Seguridad...*

Dicho por el Profesor James Reason, “el juego más difícil de jugar, es el de relacionar la teoría con la operación.”



La Automatización puede afectar ¡cada pieza del sistema!  
Va al corazón del conocimiento y la conciencia

# ¿Hay algo que las computadoras no puedan hacer?

Las computadoras manejan símbolos, sin embargo...sólo los procesan en su forma física, no su significado. (Varela)

Como consecuencia, las computadoras no pueden manejar eventos que requieran entender el significado de una situación.

Tener conocimiento del significado es necesario especialmente en situaciones no previstas

Por esta razón podemos concluir que: las computadoras no son una buena solución para manejar situaciones no previstas.

# Desde el punto de vista de los Pilotos



# Desde el punto de vista de los Pilotos

- ➔ Los pilotos no se tienen que convertir en “genios” de la computadora
- ➔ Pero tienen que saber cómo trabaja el sistema y qué datos usa para operar
- ➔ Para lograrlo, el diseño de sistemas tiene que ir más allá de la ergonomía o la automatización
- ➔ Es imperativo que se desarrollen sistemas en una forma en que sean fáciles de comprender

# Desde el punto de vista de los Pilotos

En las cabinas basadas en tecnología, los pilotos son instruidos a reaccionar a la información recibida del sistema...pero no tienen conocimiento de la lógica interna del sistema. El sistema no proporciona los datos, sino la INFORMACIÓN INTEGRADA QUE EL PILOTO NECESITA...de acuerdo con el juicio del diseñador del sistema.

*Es mucho mas difícil comprender el análisis del sistema, dada la complejidad de las interacciones que suceden en su interior y que no son explicadas.*

# Desde el punto de vista de los Pilotos

En consecuencia, se puede producir un deterioro del rol del piloto en los aviones de nueva generación.

*Comenzando por el conocimiento conceptual, terminaremos practicando rutinas y habilidades pre-determinadas*

# ALGUNOS ASPECTOS IMPORTANTES SOBRE LA INFORMACIÓN TECNOLÓGICA EN LA AVIACIÓN

La información tecnológica ha jugado un rol importante en el mejoramiento de alguno de los siguientes puntos:

- 1.El número de pilotos en la cabina se ha reducido.
- 2.La ergonomía se ha mejorado y el número de indicadores se ha reducido.
- 3.Mas diseños eficientes se han fabricado y aunque son menos estables, la información tecnológica que proporcionan virtualmente detiene cualquier error de operación.
- 4.Las cargas de trabajo durante las fases críticas de vuelo también se han reducido.
- 5.Algunos errores humanos se han reducido.

# ALGUNAS CONCLUSIONES

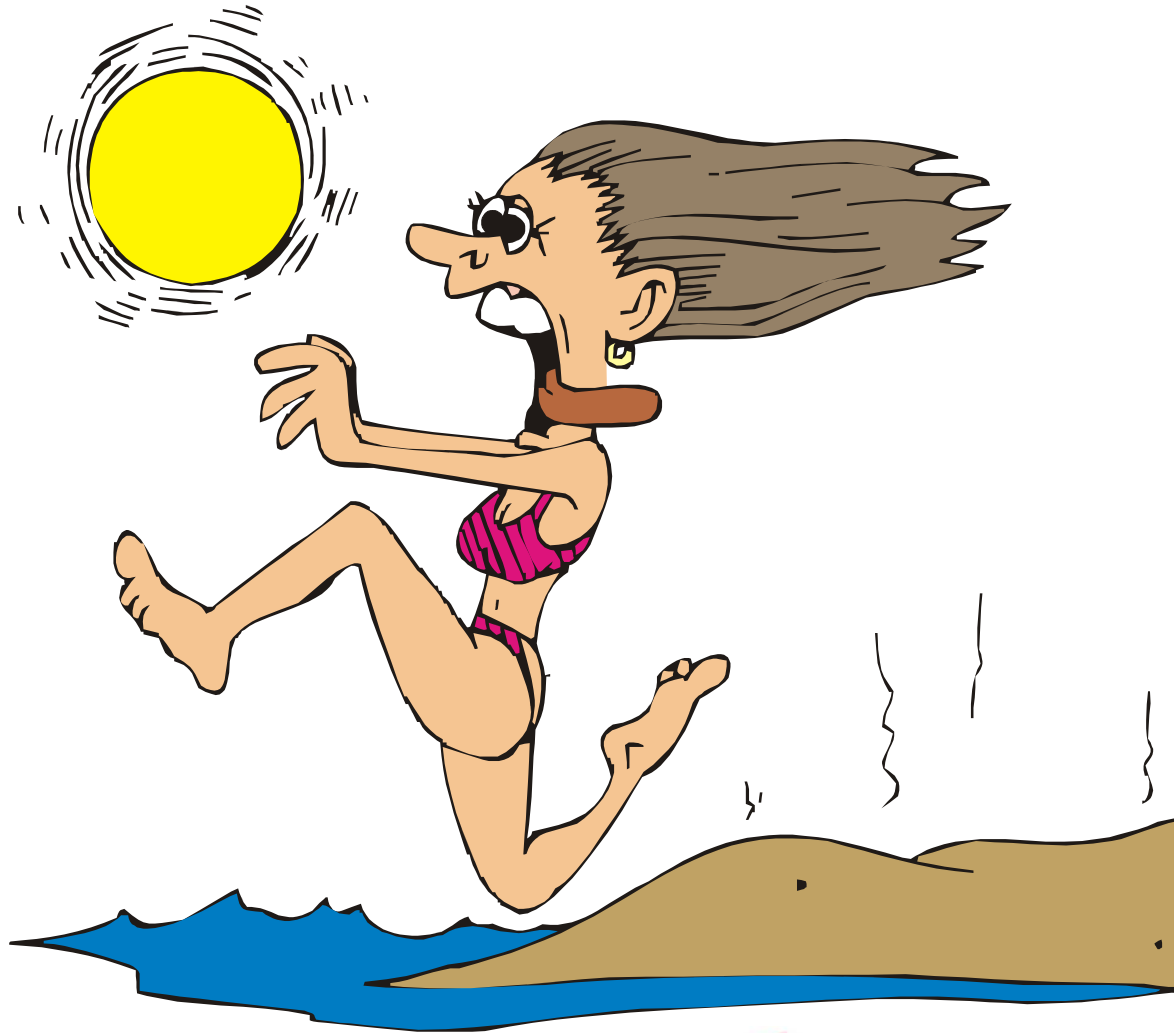
- El énfasis en la tecnología conduce al piloto a tener una imagen de como funciona el sistema.
- Sin embargo, la imagen es producto del sistema, no de la forma en que realmente trabaja internamente.
- Lo que significa que el piloto no sabe como es que el sistema opera internamente.
- Lo que hace muy difícil diagnosticar un problema o componer una falla.
- Por lo tanto el rol del piloto, como un recurso alternativo del sistema es limitado.

# VOLANDO A RUMBO

**La información de los sistemas, no debería ser diseñada dentro de los límites la tecnología de información disponible, sino que debería tomar en consideración la habilidad de las personas para operar los sistemas de información.**

# DE LAS ESTADÍSTICAS

“Las estadísticas son como los bikinis, lo que enseñan es interesante, pero lo que esconden es vital!”



# Desventajas de la Automatización

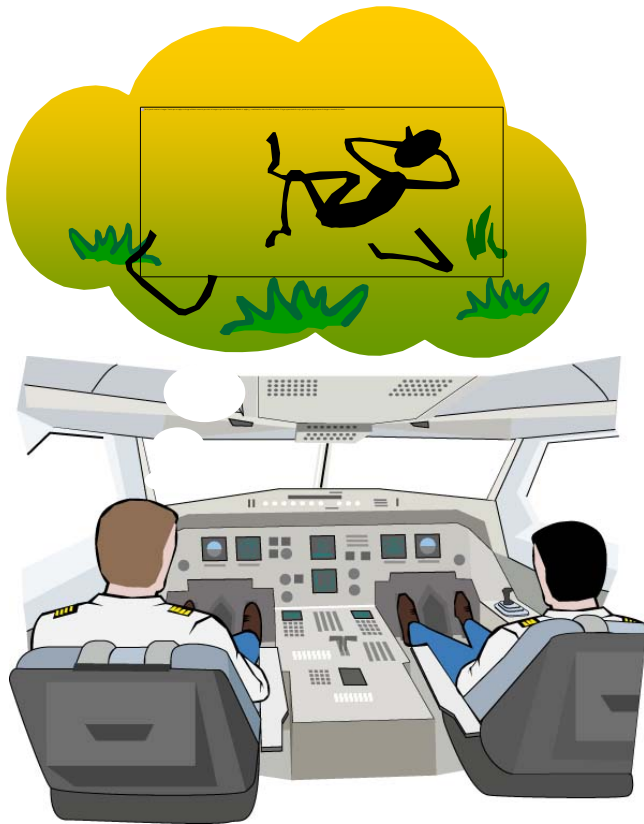
## Complacencia o sobre-dependencia

La automatización es tan eficiente y confiable que induce a la complacencia.

Monitorear un sistema que opera casi perfectamente es aburrido.

Esta confiabilidad tiende a transformar el monitoreo activo en monitoreo pasivo.

*En lugar de volar la aeronave, el piloto tiende a procurar que la automatización se comporte ¡como estaba planeado!*



# Desventajas de la Automatización

## Dificultades en la Programación

La programación, tiende a determinar prematuramente la representación que el piloto tiene para las siguientes fases del vuelo.

Como consecuencia, los errores se proyectan al futuro

Bases de Datos: ayudas que se pueden convertir en trampas



# Entonces... ¿Hacia adonde vamos?



# HEAD UP DISPLAYS

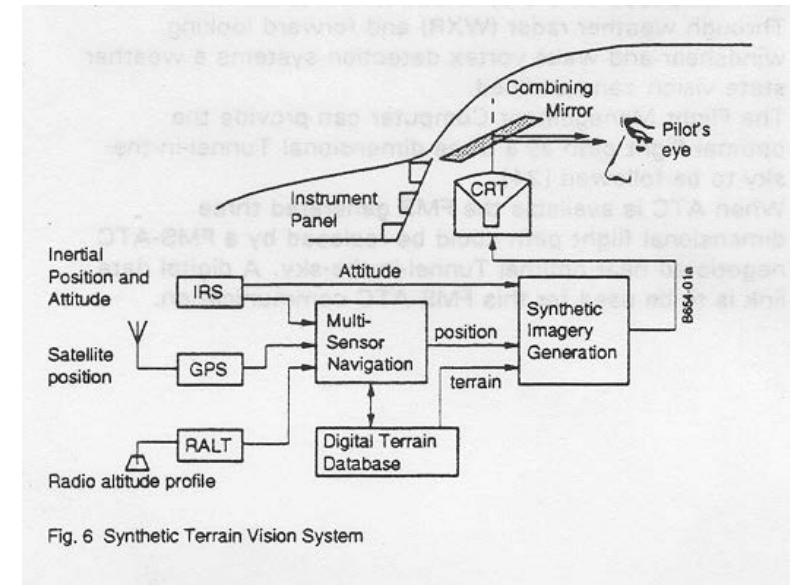
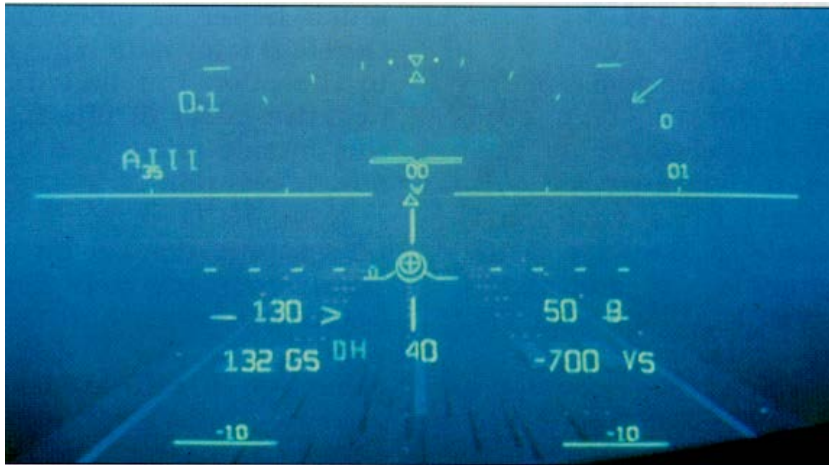


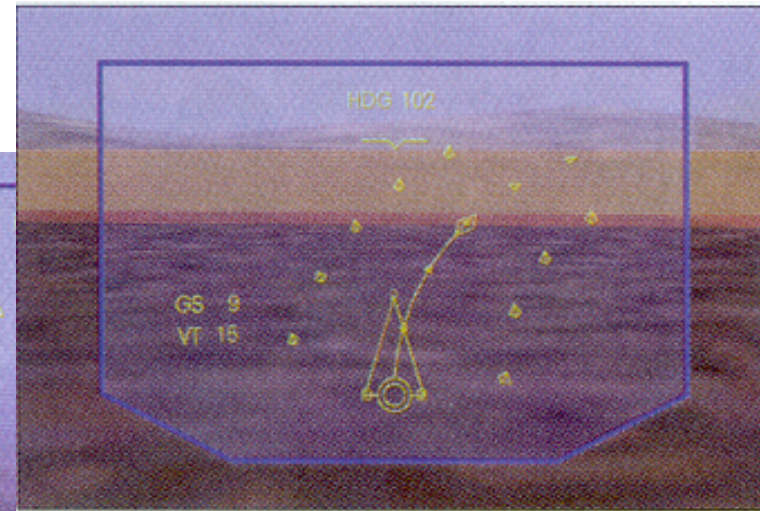
Fig. 6 Synthetic Terrain Vision System



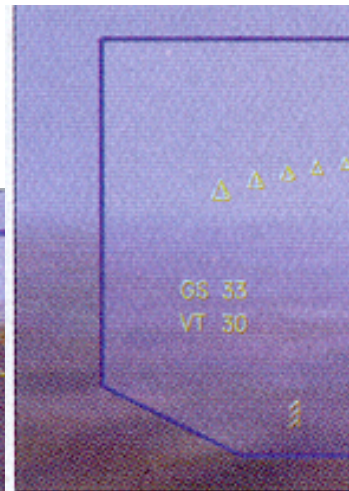
# HEAD UP DISPLAYS



# HUDS



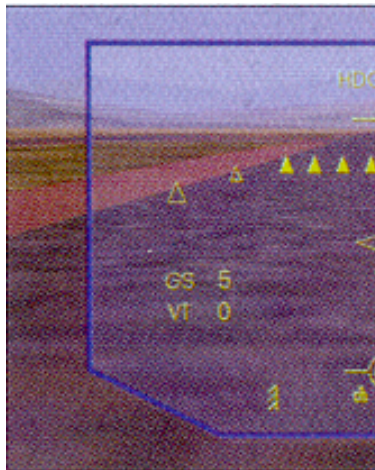
*Tight turns call up “non-conformal” symbology*



*SGS provides guidance cues in low visibility*



*Aircraft on centreline of a high-speed turn-off*



*Approaching a “hold” (solid cones) on taxiway*

Prevenir  
Incursiones  
de Pista





 **BOEING**



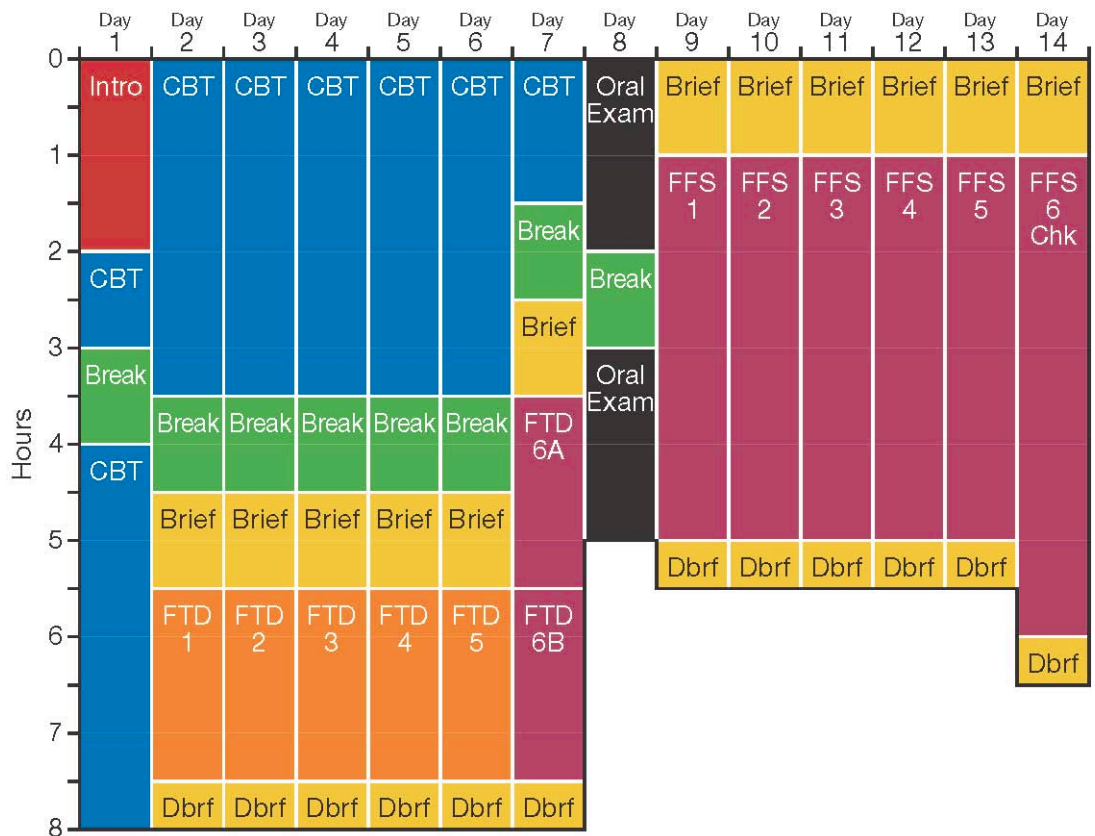
# 787

DREAMLINER™

BOEING COMMERCIAL AIRPLANES



## Boeing STAR Shortened Transition



- Ground School lessons 6A and 6B are conducted in the FFS.

## AeroMexico STAR Shortened Transition

		TRAINING IN MEXICO				TRAINING IN BOEING														
0	AMX	AMX	AMX	AMX		Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7	Day 8	Day 9	Day 10	Day 11	Day 12	Day 13	Day 14	
	CBT	CBT	CBT	CBT	<b>Travel to Boeing</b>	Intro	Brief	Brief	FTD Optional	Brief	Brief	Brief	Brief	Brief	Brief	FFS Optional	Brief	Brief	Brief	
1																				
2								FTD 2	FTD 4		FTD 6A	FFS 1	FFS 2	FFS 3	FFS 4	FFS 5		FFS 6	FFS	FFS
3	Break	Break	Break	Break			Break				(FFS no motion)							Check DGAC	CAT III/II	Pacific ETOPS
4	CBT	CBT	CBT	CBT			Brief	Break	Break		FTD 6B									
5								Brief	Brief		(FFS no motion)									
6							FTD 1													
7								FTD 3	FTD 5		Debrief	Debrief	Debrief	Debrief	Debrief	Debrief			Debrief	Debrief
8							Debrief											Debrief		
								Debrief	Debrief											

- Ground School lessons 6A and 6B are conducted in the FFS.

## AeroMexico STAR final version

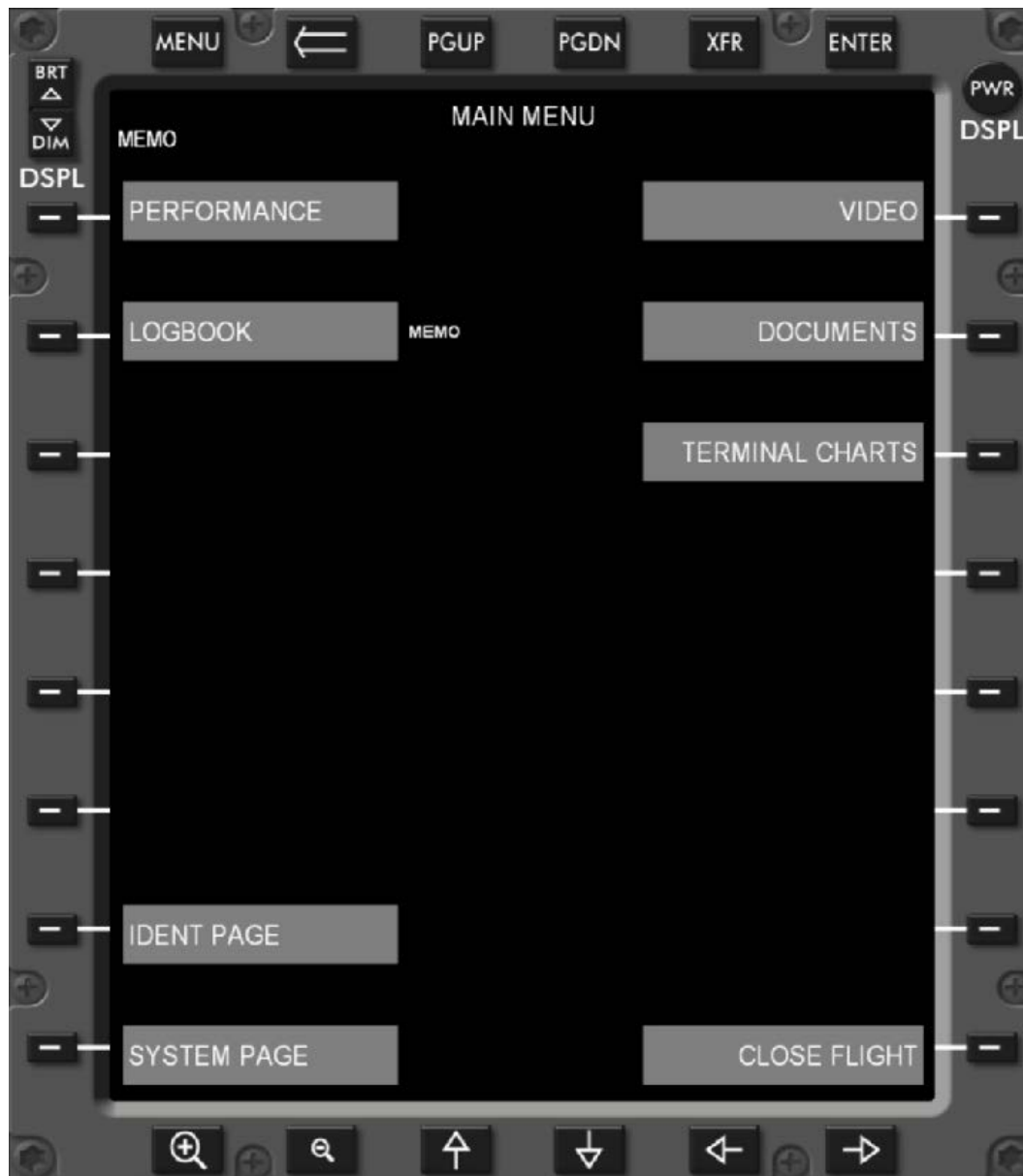
EN MEXICO										
day	day	day	day	day	day	day	day	day	day	day
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CBT	CBT	CBT	CBT	CBT	CBT	CBT	TV LC	ETOPS MNPS	CAT II / III	UM/VOLC/DITCH
Break	Break	Break	Break	Break	Break	Break	Break	Break	Break	Break
	HUD	EFB-OPT	FMC	ECL-1	ECL-2	PROCED	TV LC	ETOPS MNPS	CAT II / III	LIM/VOLC/DITCH

FUERA DE MEXICO																
day	day	day	day	day	day	day	day	day	day	day	day	day	day	day	day	day
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Intro	Brief	Brief	Brief	Brief	Brief	Brief	Brief	Brief	Brief	Brief	Brief	Brief	Brief	Brief	Brief
2	FTD	FTD	FTD	FTD	FTD	FTD	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS
3	Brief	2	3	4	5	ADD	6A	1	2	3	4	5	ADD	6	7	8
4	FTD 1	Dbrf	Dbrf	Dbrf	Dbrf	Dbrf	FTD 6B							Chk DGAC	Cat. II y III	ETOPS dev. PO DESC
5																
6	Dbrf						Dbrf	Dbrf	Dbrf	Dbrf	Dbrf	Dbrf	Dbrf		Dbrf	Dbrf
7																
8													Dbrf			









MENU ← PGUP PGDN XFR ENTER

BRT  
△  
DIM

DSPL

MEMO

TBC11ARR

PERFORMANCE - TAKEOFF

ARPT **KSEA** TO RTG  
RWY **16L** MAX ATM  
INTX **NO INTX** Optimum FLAP  
COND **DRY** ENG AUTO AI  
WIND **120/10 KT**  
(8 HW/6 XW)  
OAT **10 C** CONSIDER OBST  
(50 F)  
QNH **29.94 IN HG**  
(1013.9 HPa)

Takeoff Weight: **349400** CG (%): **28**

**787-8** **16L**  
**52 C**

FLAP **5** ACCEL HT **1000 ft AGL** V1 **134 KT**  
VR **136 KT**  
RWY / INTX **16L** V2 **142 KT**

TOGW **349400** D-TO **64.8** SEL TEMP **52 C** Vref30 **139 KT**

Engine Failure Procedure: \*\*\* NO EMERGENCY TURN \*\*\*  
OCT-DEC 2010

ARPT INFO  
ADD ARPT  
NOTAMS  
SHOW KYBD  
SHOW LANDING  
COPY FMC DATA  
SEND OUTPUT

CALC  
SHOW FULL

PWR  
DSPL

↑ ↓ ← →

22:20:53 z 08 DEC 10

TAKEOFF REF UPLINK 2/2

EO ACCEL HT 985FT  
ACCEL HT 1000FT  
WIND 120°/ 10KT  
RMY WIND 8KTH 6KTL  
SLOPE/COND DO.7/DRY  
THR REDUCTION  
CLB 1000FT  
STD LIM TOGW  
REF OAT 10°C

<INDEX

INIT REF RTE DEP ARR ALTN VNAV EXEC  
FIX LEGS HOLD FMC COMM PROG  
NAV RAD

PREV PAGE NEXT PAGE

TAKEOFF DATA UPLINK

TAKEOFF DATA READY TO ACCEPT OR REJECT ON TAKEOFF REF PAGES

CLR MSG  
1 TOTAL MESSAGES



NORMAL MENU	RESETS	NON-NORMAL MENU
NON-NORMAL MENU		
UNANNUNCIATED CHECKLISTS ...		HYDRAULICS, RAT ...
APLN GENL, EMER EQPT, DOORS, WINDOWS ...		LANDING GEAR ...
AIR SYSTEMS ...		WARNING SYSTEMS, TAIL STRIKE ...
ANTI-ICE, RAIN ...		
AUTOMATIC FLIGHT ...		
COMMUNICATIONS, DATALINK ...		
ELECTRICAL ...		
ENGINES, APU ...		
FIRE PROTECTION ...		
FLIGHT CONTROLS ...		
FLIGHT INSTRUMENTS, DISPLAYS ...		
FLIGHT MANAGEMENT, NAVIGATION ...		
FUEL ...		
		EXIT MENU










# Training Center Network



 787 full-flight simulator locations.  
Two unassigned locations.  
(More locations to come.)



## Desde el punto de vista del piloto

Como nos dijo Don Smith,  
examinador de pilotos del  
787:

“Tomar el curso STAR de  
Boeing, es como tratar de  
beber agua de la  
manguera de un bombero!”



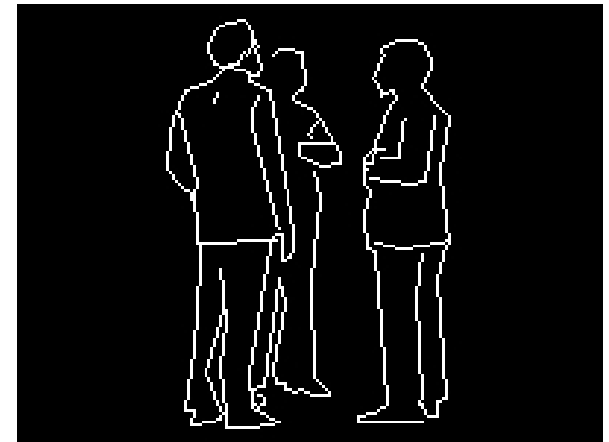
# ¿Cómo fue?



- ✈ No fue difícil...fue muy pesado
- ✈ Convivencia
- ✈ Forma de interpretación
- ✈ Velocidad de Estudio
- ✈ Clima

# ¿Como lo solucionamos?

- Objetivos claros
- Clara conciencia y voluntad
  - Descansos
- Comunicación
  - Entre nosotros
    - Con Boeing
- Jefe de Adiestramiento
  - Jefe de Instructores
    - Instructor
  - De-briefing



# ¡Como los extrañé!



- ✈ Instructores
- ✈ Tipo de Adiestramiento
  - ✈ Mucho por hacer
- ✈ Nivel de nuestros Instructores
  - ✈ 200/300/400



Cap. Héctor G. Marino

Gracias por su  
Atención