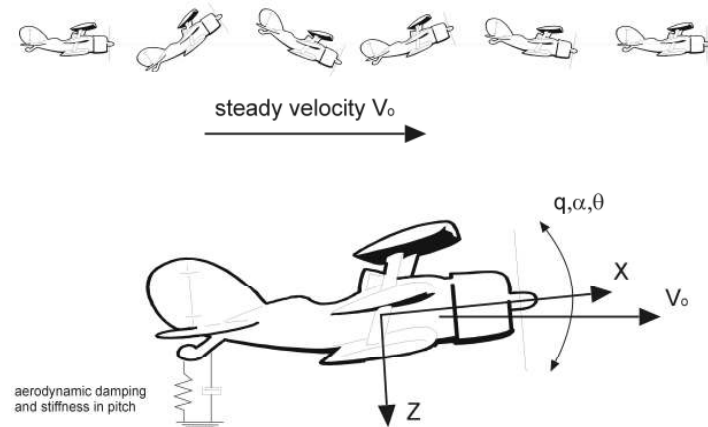


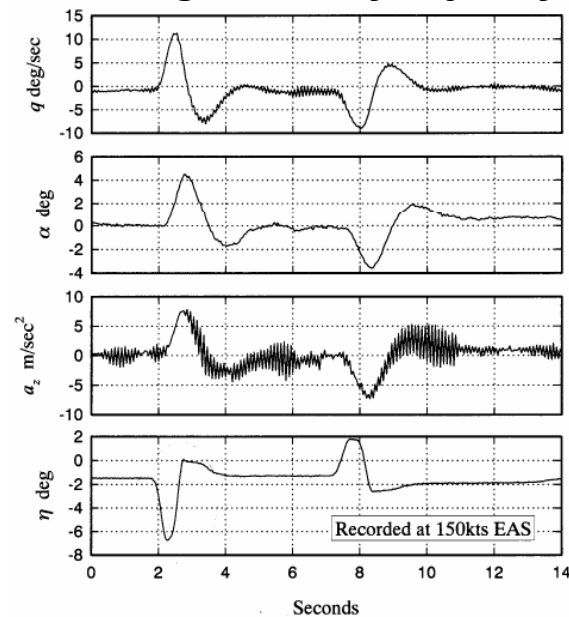
PROJEKTOWANIE I BUDOWA OBIEKTÓW LATAJĄCYCH II Własności lotne

Postacie drgań – Oscylacje szybkie

A stable short period pitching oscillation



Postacie drgań – Oscylacje szybkie



Postacie drgań – Oscylacje szybkie

Model uproszczony oscylacji szybkich

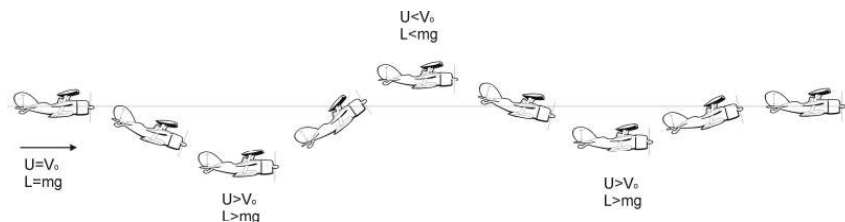
Założenia:

$$\mathbf{u} = \dot{\mathbf{u}} = 0, \quad \mathbf{U} = \mathbf{V}_0$$

Równanie:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{m} - \mathbf{Z}_w & \mathbf{S}_x \\ \mathbf{S}_x - \mathbf{M}_w & \mathbf{J}_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{w} \\ \mathbf{q} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{Z}_w & \mathbf{mV}_0 + \mathbf{Z}_q \\ \mathbf{M}_w & \mathbf{S}_x V_0 + \mathbf{M}_q \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{w} \\ \mathbf{q} \end{bmatrix}$$

Postacie drgań – Fugoida

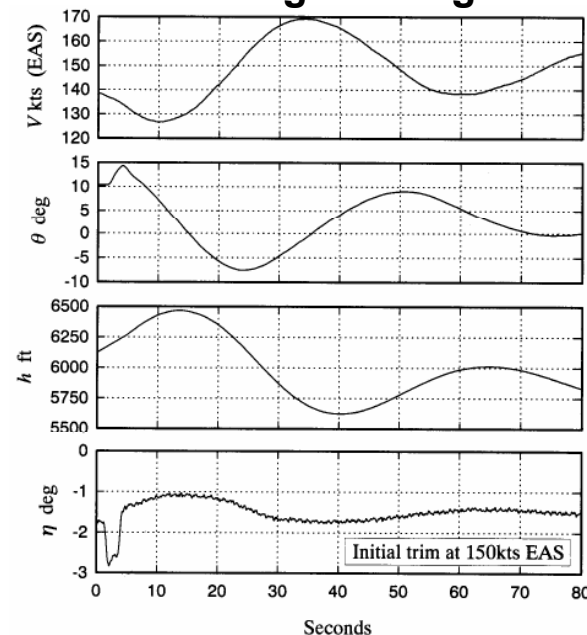


The development of a stable phugoid
model uproszczony

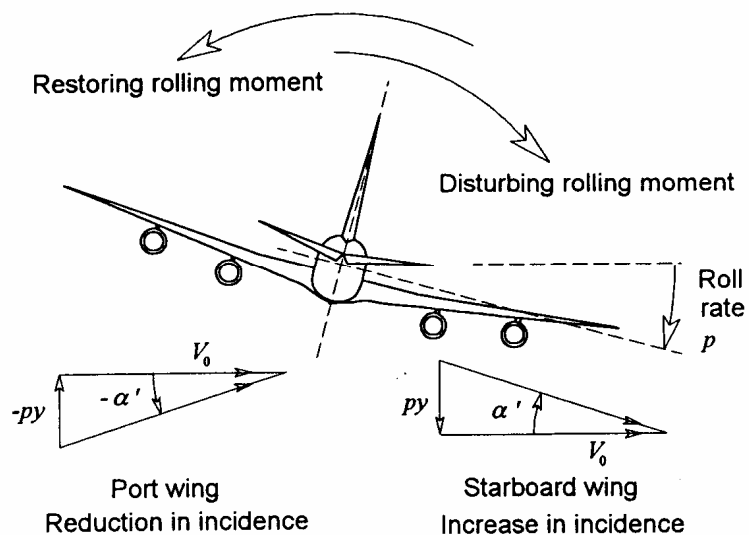
założenia: $\dot{w} = \dot{q} = 0$, $\theta_e = \alpha_e = 0$, $U_e = V_0$

$$\begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & -mV_0 - Z_q \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{u} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_u & -mg \\ Z_u & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ \theta \end{bmatrix}$$

Postacie drgań – Fugoida



Postacie drgań - Przechylenie



Postacie drgań - Przechylenie

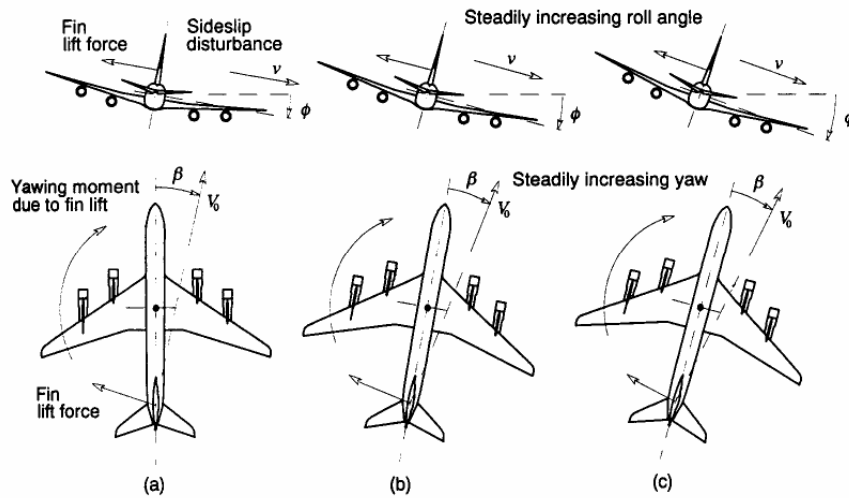
Przechylenie – model uproszczony

założenia: $u = v = w = q = r = 0$

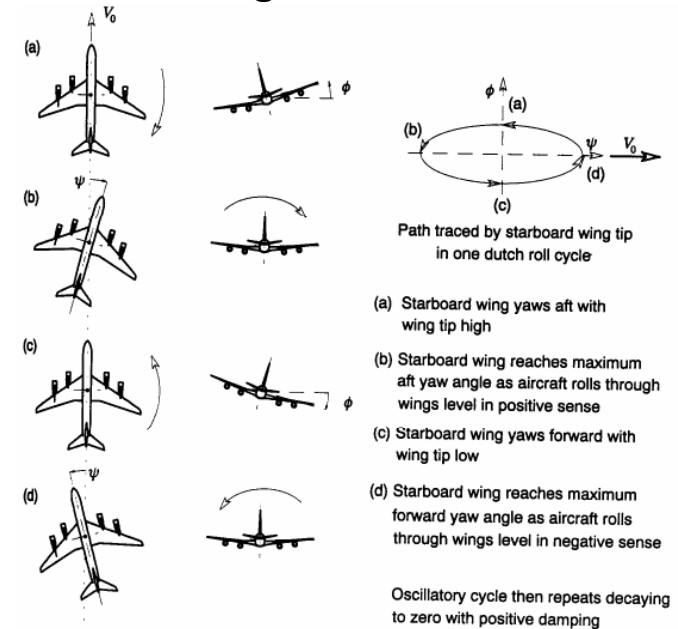
równanie:

$$\mathbf{J}_x \dot{p} = \mathbf{L}_p p$$

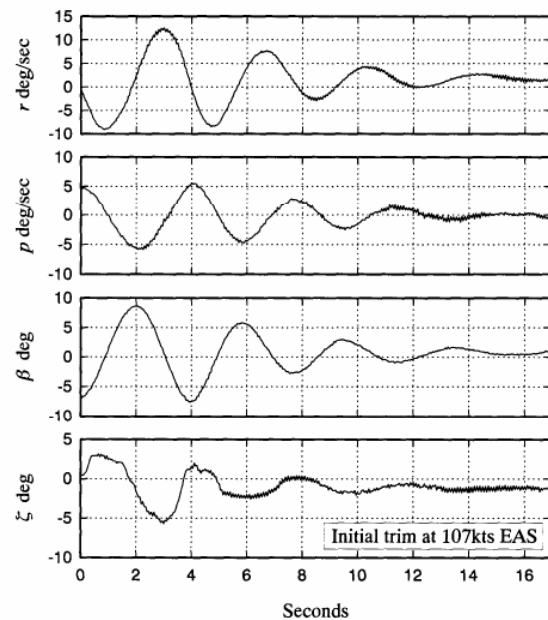
Postacie drgań - Spirala



Postacie drgań - Holendrowanie



Postacie drgań - Holendrowanie



Postacie drgań - Holendrowanie

Holendrowanie – model uproszczony

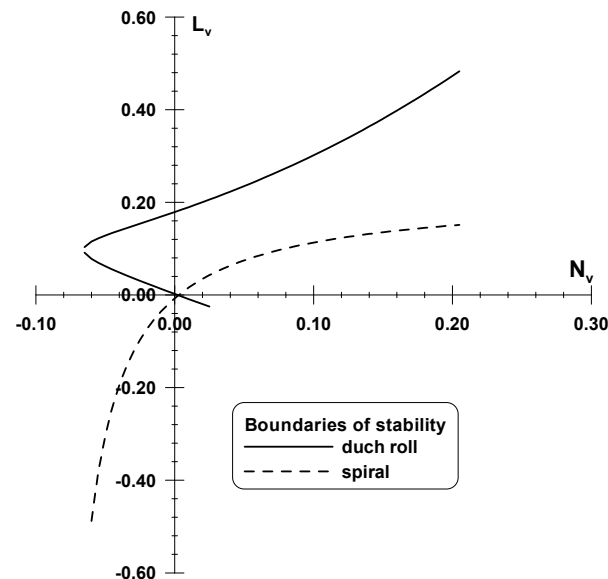
założenia:

$$\mathbf{p} = \mathbf{p} = \phi = \dot{\phi} = 0, \quad \mathbf{r} = \psi, \quad \psi = \beta, \quad \mathbf{v} = \beta \mathbf{V}_0$$

równanie:

$$\mathbf{J}_z \dot{\mathbf{r}} = \mathbf{N}_v \mathbf{v} + (\mathbf{N}_r + \mathbf{S}_x \mathbf{V}_0)$$

Diagram stateczności bocznej – TS-11 Iskra



Co mówią przepisy?

JAR 23.181 Stateczność dynamiczna

(a) Każde oscylacje krótkookresowe, oprócz kombinowanych oscylacji boczno-kierunkowych, występujące pomiędzy prędkością przeciągnięcia i maksymalną dopuszczalną odpowiednią dla konfiguracji samolotu muszą być silnie tłumione przy podstawowych sterownikach -

(1) Puszczonych; oraz

(2) W ustalonym położeniu, z wyjątkiem przy-padku, kiedy jest wykazane spełnienie JAR 23.672.

→ SAS

(b) Każde kombinowane wahanie boczno-kierunkowe ("holendrowanie") występujące pomiędzy prędkością przeciągnięcia i maksymalną dopuszczalną odpowiednią dla konfiguracji samolotu musi być tłumione do 1/10 amplitudy w ciągu 7 cykli przy podstawowych sterownikach -

(1) Puszczonych; oraz

(2) W ustalonym położeniu, z wyjątkiem przy-padku kiedy jest wykazane spełnienie JAR 23.672.

→ SAS

Co mówią przepisy?

(c) Każde długookresowe oscylacje toru lotu (fugoida) nie mogą być tak nieustalone, ażeby powodowały nieakceptowalny wzrost obciążenia pilota lub inaczej zagrażały samolotowi. Kiedy, w warunkach JAR 23.175, siła dla sterowania podłużnego niezbędna dla utrzymania prędkości różniących się od prędkości wyważenia o co najmniej 15% jest nagle zwalniana, reakcja samolotu nie może przedstawiać żadnych niebezpiecznych charakterystyk ani być nadmierną w stosunku do wielkości zwalnianej siły z jaką utrzymywano sterownice podłużną.

JAR 23.175 – warunki sprawdzenia stateczności statycznej

Inne regulacje:

Norma:

MIL-F-8785C

najbardziej spójny opublikowany dokument dotyczący właściwości lotnych samolotu

Nowa wersja nosi oznaczenie:

MIL-STD-1797A

Klasa samolotu

Klasa	Podstawowe charakterystyki samolotu
I	Mały lekki samolot o maksymalnej masie $m \leq 5000\text{kg}$
II	Samolot o średniej masie startowej (5000÷30000 kg) oraz umiarkowanych zdolnościach manewrowych (przyrosty przeciążenia pionowego od małych do średnich)
III	Duży, ciężki samolot o masie startowej powyżej 30000 kg oraz umiarkowanych zdolnościach manewrowych (przyrosty przeciążenia pionowego od małych do średnich)
IV	Samolot o średniej masie startowej (5000÷30000 kg) i dużych zdolnościach manewrowych (przyrosty przeciążenia pionowego od średnich do dużych)

Fazy Lotu

Definicja fazy lotu	Typowe stany lotu
A. Obejmuje wszystkie fazy lotu, oprócz startu lub lądowania, wymagające dokładnego pilotowania i szybkiego manewrowania . Są wymagane operacje precyzyjnego nadążania i dokładnego sterowania trajektorią lotu	<ul style="list-style-type: none"> - walka powietrzna - atak celu naziemnego - rozpoznanie lotnicze - tankowanie w powietrzu - lot ze śledzeniem rzeźby terenu - poszukiwanie morskie lub morskie operacje ratownicze - lot w zwartej formacji (lot w szyku) - lot akrobacyjny
B. Obejmuje wszystkie fazy lotu, oprócz startu i lądowania, które nie wymagają dokładnego pilotowania i są realizowane przy umiarkowanym manewrowaniu . Niekiedy może zachodzić konieczność dokładnego sterowania trajektorią lotu.	<ul style="list-style-type: none"> - wznoszenie - przelot na trasie - schodzenie - tankowanie w powietrzu, gdy rozpatrywany samolot pełni rolę samolotu tankowca
C. Obejmuje wszystkie fazy lotu związane ze startem i lądowaniem, w których jest wymagane umiarkowane manewrowanie przy dokładnym sterowaniu trajektorią lotu .	<ul style="list-style-type: none"> - start samolotu - lądowanie - odejście na drugi krąg - podejście do lądowania, w tym także podejście na przyrządy

Poziomy akceptowalności

Poziom	Możliwość wykonania zadania
1	Właściwości pilotażowe samolotu są bardzo dobre i całkowicie wystarczają do precyzyjnego wykonania rozważanej fazy lotu
2	Właściwości pilotażowe są odpowiednie do wykonania danej fazy lotu. lecz: a) występują utrudnienia prowadzące do spadku efektywności wykonania całego zadania lub b) pojawia się dodatkowe obciążenie pilota przy efektywnym wykonywaniu zadania lub c) czynniki a) i b) występują jednocześnie
3	Możliwe jest sterowanie samolotem, lecz: a) występujące utrudnienia prowadzą do dużego spadku efektywności wykonania całego zadania lub b) ogólne obciążenie pilota podczas wykonywania zadania osiąga granicę jego wydolności

Ocena w skali Coopera-Harpera

