

## COMUNICACION CORTA

# MODELO MATEMATICO DE LA INFLUENCIA DE LA SOBRECARGA SOBRE LA PRESION ARTERIAL

V.V. Alexandrov, T.B. Alexandrova, G.V. Vit y H. Quiñones

*Universidad Lomonosov, Moscú, Instituto Técnico Militar, Ciudad de La Habana, Cuba*

---

Los simuladores dinámicos para aviones, automóviles, tractores, tanques, barcos marinos, transporte ferroviario, etc., han obtenido últimamente una gran difusión. Todos los sistemas dinámicos enumerados son prácticamente controlables, o sea, en cada uno de ellos el sistema de control está constituido de varias partes y una de ellas, por supuesto, es el hombre.

Por lo anterior, la creación y explotación de simuladores dinámicos persigue dos objetivos:

Contribuir a la proyección automatizada de nuevos objetos móviles.

Aportar la base material necesaria que permita enseñar, entrenar y comprobar las habilidades de control de los pilotos, choferes, conductores, etc., es decir, aquellas personas cuya profesión es el control del objeto analizado.

La gran difusión alcanzada por los simuladores dinámicos está relacionada principalmente con su empleo, ya que al crear dos nuevos objetos móviles y garantizar su explotación exitosa, permite economizar medios y en particular, el combustible.

La parte fundamental de todo simulador dinámico es la plataforma, la cual puede desplazarse en un espacio limitado con ayuda de mecanismos ejecutores y sistemas de cuerpos sólidos. Actualmente existe una gran cantidad de esquemas de simuladores cinemáticos diversos. Esto está relacionado con el hecho de que el problema de la simulación dinámica consiste en la organización de tal movimiento de la plataforma, para el cual las reacciones mecánicorreceptoras del organismo humano, es decir, las sensaciones aceleradas de la persona, que se encuentra sobre la plataforma móvil sean semejantes a las sensaciones correspondientes en un movimiento real. Esto es

un problema muy complejo si se analiza todo el organismo humano en conjunto. Al mismo tiempo, si se estudia el carácter específico de la trayectoria del movimiento de un objeto concreto y qué aceleraciones angulares y lineales surgen en esto, se puede plantear, resolver y después realizar con ayuda del esquema cinemático correspondiente al problema de la simulación dinámica para uno u otro sistema fisiológico que es una parte del organismo humano

En el caso en que se cree un simulador dinámico, para el avión de maniobra en forma de centrífuga con una lanzadera para la plataforma sobre la cual se coloca o se instala la cabina. La tarea de la simulación dinámica que se ilustra del vuelo piloteado. Es necesario organizar así en un régimen de tiempo real el movimiento de la plataforma para que la reacción del sistema de la simulación del vuelo sea análoga a la reacción de este sistema en el vuelo real. Naturalmente en esto se supone que tenga lugar la simulación visual. En este caso se pueden hacer dos planteamientos matemáticos del problema dado:

Según la acción inicial se puede organizar el movimiento del simulador para que el vector de sobrecarga en el punto considerado coincida con uno de los puntos del piloto, que se halla en la cabina del simulador, y según la posibilidad de asimilar la sobrecarga correspondiente al vuelo real.

Según la información de salida, se organiza así el movimiento del simulador dinámico para que la reacción del sistema de circulación de la sangre a la sobrecarga que surge sea semejante a la reacción correspondiente en el vuelo real.

La solución del problema en el primer planteamiento, está descrita en la literatura<sup>1</sup> y se realiza en la práctica. La so-

lución del problema del simulador dinámico en el segundo planteamiento se complica por el hecho de que en este caso es necesario un modelo matemático de la influencia de la sobrecarga sobre el funcionamiento del sistema de circulación sanguínea. Además, se debe tener en cuenta que el modelo elaborado debe ser bastante sencillo para funcionar en régimen de tiempo real.

Este modelo matemático que se incluye es una variante simplificada del modelo expuesto<sup>1</sup>.

Toda la red de vasos de la gran circulación se ha cambiado por grandes partes: arterias y venas de los órganos del abdomen, de las piernas y de la cabeza. En virtud de lo cual, la influencia de la sobrecarga sobre los vasos de la circulación pulmonar no es esencial, el corazón derecho, el círculo pequeño de la circulación sanguínea y el corazón izquierdo representan en el modelo una parte cuyo trabajo se subordina a la ley de Frank-Starling. En los capilares de los órganos del abdomen y de las piernas en forma simplificada se tienen en cuenta los procesos de intercambio entre partes líquidas de la sangre y el líquido tisular. Sobre los parámetros del sistema de la circulación sanguínea ejerce influencia el sistema nervioso central. En el modelo se contemplan mecanismos de tres reflejos, de los cuales depende la actividad del sistema nervioso simpático: barorreceptor, quimiorreceptor y el mecanismo de la respuesta izquémica de los centros vasomotores en el bulbo raquídeo. Todos estos reflejos rigen la varia-

ción de la presión sanguínea media en las partes arteriales.

El vector sobrecarga, de forma clara ejerce influencia sobre la autorregulación de las partes nerviosas.

Las sobrecargas se suponen cuasiestacionarias, es decir, que cambian lentamente.

El modelo dado, está concebido para la descripción de la variación de la presión arterial media, en el sistema en un intervalo del orden de 0,5 a 200 min.

Por esto, tales procesos, como la adaptación de los barorreceptores al cambio del nivel de la presión arterial media y la regulación de la presión arterial media por el mecanismo del control renal del volumen de líquido en el organismo, cuyas características temporales son del orden de cientos, en el modelo no se tienen en cuenta. Así como la elasticidad de los vasos arteriales es mucho menor que la elasticidad de los vasos venosos, entonces un parámetro pequeño en la derivada de mayor orden disminuye el número de ecuaciones diferenciales hasta seis. El análisis de la estabilidad absoluta de la posición estacionaria permitió construir la región de estabilidad en el espacio de los parámetros. La comparación con los datos experimentales dio una coincidencia cualitativa.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Alexandrov V.V., Sadovpuchi V.A. y Chuchunov O.D. Problemas matemáticos de la simulación dinámica del vuelo, Universidad de Moscú, 179, 1986.

## CONDICIONES PARA RESERVAR ESPACIO EN LA REVISTA

Todas las firmas interesadas pueden presentar sus anuncios en la revista en las formas siguientes:

Página completa	US\$ 200,00
Media página	US\$ 100,00
Un cuarto de página	US\$ 50,00
Contraportada	US\$ 850,00
Reverso de contraportada	US\$ 500,00
Contraportada	US \$2000,00 anual (3 números)
Reverso de contraportada	US \$1000,00 anual (3 números)

Solicite mayor información:

Centro Nacional de Investigaciones Científicas  
Revista CENIC Ciencias Biológicas  
Ave. 25 y calle 158, Cubanacán, Playa  
Apartados Postales 6880 y 6990  
Ciudad de La Habana, Cuba