



Ingeniería Mecánica
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



INFORME DE PRÁCTICA DE VACACIONES

ME5901-01

***Clínica deportiva MEDS
Centro de Estudio del Movimiento Humano -
Biomecánica***

María Ignacia Reveco Díaz

Martes 24 de enero de 2017



CERTIFICADO DE PRÁCTICA.

Área de estudios del movimiento humano de clínica MEDS S.A., Isabel La Católica 3740, Santiago, Región Metropolitana certifica que la señorita María Ignacia Reveco Díaz realizó su práctica profesional II (Asistencia a ingenieros), en nuestra empresa, en el periodo comprendido entre el 3 de enero al 30 de enero.

Las actividades realizadas satisfactoriamente por la estudiante fueron:

- Asistencia a ingenieros experimentados y kinesiólogos en el desarrollo de herramientas computacionales que permitan estimar variables mecánicas en el running tales como stiffness e impacto.
- Asistencia en la construcción de experimentos para la adquisición de datos para medir variables mecánicas en el running.
- Asistencia en el análisis teórico computacional de los datos adquiridos mediante experimentación.

Se extiende el presente certificado a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Rony Silvestre Aguirre

Director Centro de Estudios del Movimiento Humano

Área de estudios del movimiento humano de clínica MEDS S.A

EVALUACIÓN PRÁCTICA

Nombre Alumno:

María Touzi
Rebeca Díaz

I. Aspectos Técnicos:

CALIDAD DE SU TRABAJO

- ☒ a) Completa su trabajo con precisión y lo revisa
- ☐ b) Trabaja rápido y comete pocos errores
- ☐ c) Necesita supervisión constante

APLICACIÓN Y DESEMPEÑO

- ☒ a) Planifica y ejecuta con empeño y cuidado
- ☐ b) Planifica parcialmente su trabajo
- ☐ c) No es sistemático, generalmente improvisa

INICIATIVA

- ☒ a) Hace lo que se le pide
- ☐ b) Hace sus tareas con la cooperación de otros
- ☐ c) No pregunta y hace más de lo que comúnmente se espera

ACTITUD PARA TRABAJO EN EQUIPO

- ☒ a) Se integra y siempre coopera con el equipo
- ☐ b) Frecuente, coopera
- ☐ c) Coopera sólo cuando le conviene

GRADO DE CONOCIMIENTO

- ☒ a) Muy alto nivel de conocimientos específicos
- ☐ b) Satisfactorio, con buena base general y específica
- ☐ c) Tiene conocimientos parciales

II. Aspectos Personales:

ASISTENCIA

- ☒ a) Alta asistencia, sin atrasos
- ☐ b) Ocasionalmente ausente o atrasado, con justificación
- ☐ c) Se adapta con vacilaciones y resistencia

RELACIONES LABORALES	S	F	AV	N
Se integra por el bien de la organización	<input checked="" type="checkbox"/>			
Trata de eludir responsabilidades				<input checked="" type="checkbox"/>
Asume la representación de su grupo	<input checked="" type="checkbox"/>			
Trata de buscar soluciones y no culpables	<input checked="" type="checkbox"/>			
Tiene un trato cordial y amable	<input checked="" type="checkbox"/>			
Es estrictamente cortés y respetuoso	<input checked="" type="checkbox"/>			

S: siempre F: frecuentemente AV: a veces N: nunca

OBSERVACIONES

(Por ejemplo, en relación con presentación personal, interés en tipo de trabajo, grado de creatividad y otros)

.....
.....
.....
.....

Nombre y Firma encargado práctica



Ingeniería Mecánica
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



INFORME DE PRÁCTICA DE VACACIONES

ME5901-01

***Clínica deportiva MEDS
Centro de Estudio del Movimiento Humano -
Biomecánica***

María Ignacia Reveco Díaz

3 de enero al 27 de enero, 2017

Resumen ejecutivo

El presente informe tiene como objetivo mostrar la experiencia de práctica profesional II de la alumna María Ignacia Reveco Díaz, que se encuentra cursando su quinto año académico de la carrera de Ingeniería civil mecánica en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

La alumna practicante ha realizado su práctica profesional II para el Centro de Estudio del Movimiento Humano (CEMH) de la Universidad Mayor, en el área de investigación en biomecánica humana. El CEMH trabaja estrechamente con la clínica deportiva MEDS.

La estudiante fue seleccionada para realizar el proyecto “Diseño de interface para el cálculo de stiffness global de las extremidades inferiores usando sensores inerciales y plataformas de fuerzas”, y fue realizado en conjunto con el practicante Juan Pablo Romero Campos.

Para el proyecto se realizó mediciones con acelerómetros triaxiales, ubicados a lo largo de la extremidad inferior del paciente. Las mediciones fueron tomadas durante el trote del individuo.

Para el cálculo de stiffness global de la extremidad inferior, se realizó cálculos en Matlab. La interfaz de usuario fue programada en GUI (Interfaz gráfica de usuario), también de Matlab.

La practicante puede concluir que la ingeniería mecánica tiene una amplia gama de investigación, dentro de los cuales la biomecánica es uno de ellos, y resulta ser un campo multidisciplinario de gran relevancia para el desarrollo clínico.

Contenido

Resumen ejecutivo	2
1. Antecedentes del CEMH.....	4
2. Labores desarrolladas	5
2.1 Investigación y acercamiento a términos biológicos y clínicos.....	5
2.2 Obtención de datos	8
2.3 Tratamiento de datos.....	9
2.4 Diseño y creación de interfaz	10
3. Comentarios y conclusiones.....	12
4. Bibliografía	12
5. Anexos	13
5.1 Código de Matlab para el tratamiento de datos y creación de interfaz de usuario	13

1. Antecedentes del CEMH

El Centro de Estudio del Movimiento Humano CEMH, es un organismo creado para la investigación del comportamiento del cuerpo humano ante el movimiento, con la finalidad de utilizar dicha investigación para fines clínicos. El CEMH, cuyo actual director es el kinesiólogo y docente de la Universidad Mayor, Rony Silvestre, fue fundado en 2008 y presenta su laboratorio en el Campus Huechuraba de la Universidad Mayor, ubicado en Camino La Pirámide 5750, Huechuraba.

Para dichos fines investigativos, el centro cuenta con variados implementos tecnológicos, entre los cuales se puede destacar: sensores de fuerza, acelerómetros triaxiales, electromiógrafos y un sistema de captación de imágenes. Es por esto que el centro requiere del trabajo en conjunto con ingenieros mecánicos encargados de la captación y transformación de las señales que vienen directamente de los dispositivos, además de la manipulación de los datos obtenidos y la creación de interfaces amigables para el diagnóstico clínico.

El CEMH desarrolla variados proyectos, tales como:

- Creación de interface para el uso de sensores inerciales en una configuración de una bicicleta.
- Uso de sensores inerciales para obtener índices de disipación de energía mecánica durante el runner usando acelerometría triaxial.
- Diseño y cálculo de variables mecánicas para la construcción de una prótesis mioeléctrica.
- Cálculo de propiedades mecánicas musculares usando ultrasonografía. (Módulo de Young, Histéresis, stiffness, etc.)
- Diseño de interface para el cálculo de stiffness global de las extremidades inferiores usando sensores inerciales y plataformas de fuerzas.

El centro desarrolla dichos proyectos en conjunto con la Clínica Deportiva MEDS, cuya sede se encuentra en Isabel la Católica 3740, Las Condes.

2. Labores desarrolladas

De los proyectos presentados anteriormente por el equipo de kinesiólogos, la practicante fue seleccionada para participar del proyecto “Diseño de interface para el cálculo de stiffness global de las extremidades inferiores usando sensores inerciales y plataformas de fuerzas” en conjunto con el practicante Juan Pablo Romero Campos.

Para el desarrollo de dicho proyecto se realizaron las siguientes etapas:

1. Investigación y acercamiento a términos biológicos y clínicos.
2. Utilización de sensores inerciales para la obtención de datos.
3. Tratamiento de datos.
4. Diseño y creación de la interfaz.

En primera instancia el grupo de practicantes tuvo una inducción en la que se mostró el objetivo de los proyectos presentados por el CEMH, además de la presentación de los dispositivos y sensores a utilizar.

2.1 Investigación y acercamiento a términos biológicos y clínicos

Durante la primera semana de práctica, se llevó a cabo toda la parte de investigación para el desarrollo óptimo del proyecto. Esta etapa fue necesaria tanto para los practicantes como para el kinesiólogo a cargo, dado que los practicantes no están familiarizados con términos biológicos, ni los kinesiólogos están familiarizados con términos ingenieriles.

Para garantizar el completo entendimiento de los conceptos, durante esta etapa se realizaron presentaciones al kinesiólogo a cargo.

Los términos utilizados fueron los siguientes:

1. **Ciclo Gait:** Es el ciclo de la locomoción humana. Comienza cuando un pie toca el suelo y termina cuando el mismo pie vuelve a tocar el suelo luego de dar un paso. Para cada pie se identifican dos etapas, la etapa de *Stance* (o etapa de apoyo, es cuando el pie está tocando el suelo) y la etapa de *Swing* (o etapa de balanceo, es cuando el pie no está en contacto con el suelo).

2. **Tipos de locomoción:** Según el ciclo Gait, se puede identificar tres tipos de marcha: *walk* (caminata), *running* (trote) y *sprint* (pique) según la duración de la etapa de swing y stance de cada pie. La definición de estos tipos de marcha se puede observar en la Ilustración 1.

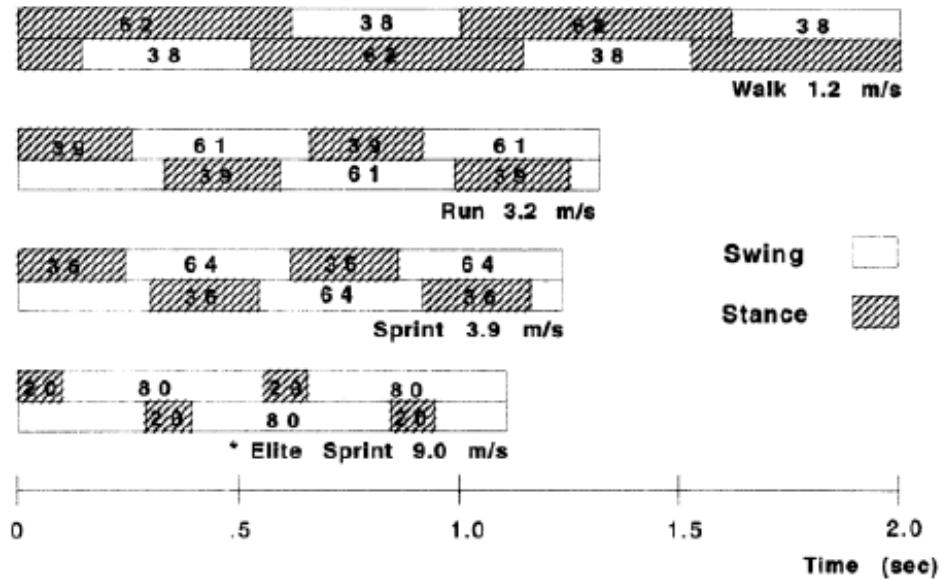


Ilustración 1 Tipos de locomoción humana según el ciclo Gait

3. **Ground Reaction Force:** Es la fuerza de impacto que genera el suelo sobre el pie. En la literatura se refieren a este concepto como *GRF*.
4. **Stiffness:** Se refiere a la rigidez de la pierna durante la locomoción. En la literatura se modela el stiffness de la extremidad inferior como la rigidez de un resorte, tal como se puede apreciar en la Ilustración 2.
5. **Stiffness vertical:** Corresponde al cambio de altura del centro de masa del individuo, debido a la fuerza de impacto durante la locomoción.

Ecuación 1

$$K_v = \frac{F_{max}}{\Delta y_c}$$

6. **Stiffness global:** Corresponde al cambio real del largo de la pierna durante la locomoción.

Ecuación 2

$$K_v = \frac{F_{max}}{\Delta L}$$

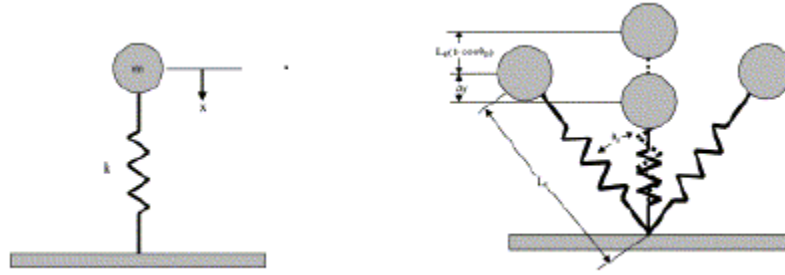


Ilustración 2 Esquemas para el stiffness vertical (izquierda) y stiffness global (derecha)

Los conceptos anteriores fueron encontrados en variados textos¹, pero principalmente se utilizó el libro *Biomechanics and motor control of human movement* de David A. Winter.

Luego de tener un mayor conocimiento de estos términos, se dio paso a la selección de un método de medición del stiffness global de la extremidad inferior durante el running, además de presentar con claridad los dispositivos e instrumentos a utilizar.

Para la selección del método de medición se consultó variados papers^{2 3}, a lo que finalmente se escogió el método presentado en *A simple method for measuring stiffness during running*, de Jean-Benoît, Alain Balli, et al.

En dicho texto se incorpora el concepto de tiempo de contacto t_c y tiempo de vuelo t_f . Estos términos se refieren al lapso de tiempo que duran ambos pies tocando el suelo para el tiempo de contacto, y el lapso de tiempo que duran ambos pies sin contacto con el suelo para el tiempo de vuelo, respectivamente.

El método a utilizar considera el GRF como una función sinusoidal del tiempo de contacto, tal como muestra la Ecuación 3.

Ecuación 3

$$F(t) = F_{max} \sin\left(\frac{\pi}{t_c} t\right)$$

El stiffness vertical se calcula según la Ecuación 1, donde F_{max} se calcula según la Ecuación 4.

Ecuación 4

$$F_{max} = mg \frac{\pi}{2} \left(\frac{t_f}{t_c} + 1 \right)$$

¹ *The Biomechanics of running*, Tom F. Novacheck.

² *The mechanics of running: how does stiffness couple with speed?*, McMahon and Cheng.

³ *The determinants of the step frequency in running, trotting and hopping in man and other vertebrates*, G. A. Cavagna et al.

Donde m es la masa del individuo y g aceleración de gravedad. La variación de la posición del centro de masa se calcula según la Ecuación 5.

Ecuación 5

$$\Delta y_c = \frac{F_{max} t_c^2}{m \pi^2} + g \frac{t_c^2}{8}$$

A partir de las Ecuaciones 4 y 5, es posible notar que ambos términos Δy_c y F_{max} que componen el stiffness vertical según la Ecuación 1, quedan en función de los tiempos de vuelo y de contacto. Esto último facilita las mediciones, permitiendo que no sea necesaria la utilización de sensores de fuerza.

El stiffness global se calcula según la Ecuación 2, donde F_{max} queda determinada por la Ecuación 4. Finalmente, la variación real del largo de la pierna ΔL queda determinado según la Ecuación 6.

Ecuación 6

$$\Delta L = L - \sqrt{L^2 - \left(\frac{vt_c}{2}\right)^2} + \Delta y_c$$

Donde L es la longitud de la extremidad inferior estirada, y v es la velocidad de running.

Al igual que para el cálculo del stiffness vertical, el stiffness global queda finalmente en función de los tiempos de vuelo y de contacto.

2.2 Obtención de datos

Para la obtención de datos se utilizó los siguientes dispositivos:

- Trotadora.
- Acelerómetros.
- Cinta doble contacto, utilizada para fijar los acelerómetros a la pierna.

Los acelerómetros se dispusieron a lo largo de la extremidad inferior del sujeto de prueba. Para cada pierna, se localizaron acelerómetros en los tobillos, rodillas y caderas, como se muestra en la Ilustración 3.

Se utilizó 6 acelerómetros, y cada uno guarda los datos en una planilla de Excel, con una columna correspondiente al tiempo en segundos y otra a la aceleración en m/s^2 . Como son acelerómetros triaxiales, cada acelerómetro tiene asociada una aceleración para cada uno de los tres ejes.



Ilustración 3 Acelerómetros dispuestos en ambas extremidades inferiores del sujeto de prueba.

Las velocidades de prueba fueron de 7 km/h y de 10 km/h . Las pruebas duraron entre 3 a 10 minutos.

2.3 Tratamiento de datos

Todos los datos obtenidos por los acelerómetros son tratados en Matlab. Los códigos creados para el tratamiento de los datos se encuentra en la sección de Anexos.

Primero se seleccionan solo los datos necesarios para el cálculo del stiffness, en este caso se selecciona la columna de aceleraciones para el eje vertical de los acelerómetros. Luego se normalizan los datos para facilitar su tratamiento.

El objetivo es encontrar los tiempos de vuelo y de contacto. Para ello primero se debe identificar un ciclo. Para encontrar un ciclo, se buscan los máximos locales de todos los datos (se seleccionan aquellos que sean mayores al 0.4 del mayor de los datos). Dichos máximos se guardan en una matriz "A" con su respectivo índice. Luego se procede a reconocer los máximos entre los cuales debería haber un ciclo, para ello se identifican los índices entre los cuales existe un ciclo. Dichos máximos y sus respectivos índices son guardados en la matriz "B".

Luego se procede a obtener el periodo de un ciclo t_p como el promedio de los periodos encontrados en la parte anterior.

De los datos encontrados en la literatura, para el running se puede aproximar el porcentaje del tiempo de contacto p_{tc} en función de la velocidad v de trote según la Ecuación 7.

Ecuación 7

$$p_{tc} = 4.1 \cdot 10^{-6} v^4 - 0.00032 v^3 + 0.0091 v^2 - 0.12 v + 1$$

Y así se puede determinar los tiempos de vuelo y de contacto según las Ecuaciones 8 y 9 respectivamente.

Ecuación 8

$$t_f = t_p(1 - p_{tc})$$

Ecuación 8

$$t_c = t_p p_{tc}$$

Y finalmente se obtiene el cálculo del stiffness vertical y global utilizando las ecuaciones de la sección 2.1.

2.4 Diseño y creación de interfaz

El diseño del programa fue creado en la Interfaz Gráfica de Usuario GUI de Matlab. Los códigos creados para la elaboración del programa se encuentran en la sección de Anexos.

El programa comienza a correr al ejecutar el código que se encuentra en Anexos. La interfaz se visualiza como lo muestra la Ilustración 4. La interfaz pide los cinco campos necesarios para la correcta ejecución del programa.

El primer campo pide el nombre del archivo que contiene los datos obtenidos por los acelerómetros. Este debe ser escrito con su extensión, por ejemplo '*nombrearchivo.xlsx*'. El segundo campo pide la extensión del archivo. Se escribe por ejemplo '*xlsx*'. El tercer campo pide la velocidad de trote del sujeto de prueba. Corresponde a la velocidad que marca la trotadora, teniendo en cuenta que debe estar en *km/h*. El cuarto campo pide el largo de la extremidad inferior del sujeto de prueba. Este debe ser medido desde el tobillo hasta la cadera, y debe ser escrito en metros. El quinto campo pide la masa del sujeto de prueba. Este debe ser medido en una pesa y el individuo debe estar descalzo. Este campo debe ser llenado en kilogramos.

programa3

Nombre del archivo con extensión (Ejemplo: 'Prueba.xlsx')

Extensión del archivo (.txt o .xlsx)

Velocidad de carrera (en km/h)

Largo de la extremidad inferior (en m)

Masa del sujeto (en kg)

Stiffness vertical (en N/m)

Disgnostico

Stiffness global (en N/m)

Diagnostico

Ilustración 4 Visualización del programa

Finalmente, si los campos fueron llenados correctamente, al apretar el botón Ok aparecerán los resultados de stiffness vertical y global. En la ilustración 5 se puede visualizar un ejemplo de cómo pueden ser llenados los campos, y su respectivo resultado.

programa3

Nombre del archivo con extensión (Ejemplo: 'Prueba.xlsx')

Extensión del archivo (.txt o .xlsx)

Velocidad de carrera (en km/h)

Largo de la extremidad inferior (en m)

Masa del sujeto (en kg)

Stiffness vertical (en N/m)

Disgnostico

Stiffness global (en N/m)

Diagnostico

Ilustración 5 Ejemplo de visualización de resultados

3. Comentarios y conclusiones

La practicante ha cumplido con el objetivo principal de la práctica profesional II, que es familiarizarse con el mundo laboral, en este caso particular, en el área de investigación clínica. La alumna practicante comprende que la ingeniería mecánica tiene una amplia gama de opciones, dentro de las cuales la investigación en biomecánica es una importante rama a desarrollar.

La alumna comprende el carácter multidisciplinario que el estudio de la biomecánica requiere, y la importancia de los ingenieros mecánicos a la hora de la manipulación de dispositivos electrónicos para la captación y transformación de las señales, además de la interpretación de datos obtenidos en el laboratorio.

En cuanto a los instrumentos y herramientas computacionales utilizadas, la estudiante aprende a realizar mediciones en acelerometría triaxial, y a tratar los datos obtenidos. También la estudiante aprende a utilizar la herramienta GUI (Interfaz Gráfica de Usuario) para la creación de la interfaz.

Es importante señalar que, para un correcto diagnóstico clínico, se necesita una estandarización de los datos, por lo que se requiere de una gran cantidad de mediciones para realizar una distribución normal, y luego caracterizar los rangos “normales” de stiffness.

Es por esto último, y debido a la baja cantidad de mediciones tomadas, que no es posible realizar un diagnóstico clínico. A pesar de esto, se nos pidió que en la interfaz gráfica existiera un campo de “Diagnóstico” en el que saldría si el stiffness global del individuo durante el trote es inferior o superior al normal en relación a las distintas variables (peso, largo de pierna, velocidad). Es por esto que en dicho campo se muestra “No concluyente”. La toma de nuevas mediciones y su estandarización quedará en manos de los próximos practicantes.

4. Bibliografía

- *Biomechanics and motor control of human movement*, David A. Winter
- *The Biomechanics of running*, Tom F. Novacheck.
- *A simple method for measuring stiffness during running*, Jean-Benoît, Alain Balli, et al.
- *The mechanics of running: how does stiffness couple with speed?*, McMahon and Cheng.
- *The determinants of the step frequency in running, trotting and hopping in man and other vertebrates*, G. A. Cavagna et al.

5. Anexos

5.1 Código de Matlab para el tratamiento de datos y creación de interfaz de usuario

```
function varargout = programa3(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @programa3_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @programa3_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',   [] , ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargin
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end

function programa3_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);

function varargout = programa3_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;

function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
val=get(hObject, 'String');
handles.edit1=val;
guidata(hObject,handles);

function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0, 'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end

function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
val=get(hObject, 'String');
handles.edit2=val;
guidata(hObject,handles);

function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0, 'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end
```



```

function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
val=get(hObject,'String');
newval=str2double(val);
handles.edit3=newval;
guidata(hObject,handles);

function edit3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit4_Callback(hObject, eventdata, handles)
val=get(hObject,'String');
newval=str2double(val);
handles.edit4=newval;
guidata(hObject,handles);

function edit4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit5_Callback(hObject, eventdata, handles)
val=get(hObject,'String');
newval=str2double(val);
handles.edit5=newval;
guidata(hObject,handles);

function edit5_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
nombre=handles.edit1;
fmt=handles.edit2;
Vel=handles.edit3;
L=handles.edit4;
m=handles.edit5;

if fmt == 'txt'
    Datos = importdata(nombre);
    datos = Datos(:,2);
    dt = 1/1000;
    nn = 50;
else
    caca2 = nombre(1:end-5);
    datos = xlsread(caca2,1,'A2:A27743');
    dt = 0.00675;
    nn = 100;
end

```

```

A = [];
n = length(datos);
%%% Normalizar los datos %%%
fresult=fft(datos);
fresult(1 : round(length(fresult)*5/1.9259e+03))=0;
fresult(end - round(length(fresult)*5/1.9259e+03) : end)=0;
datosc=real(ifft(fresult));

%%% Obtener peaks parte 1 (máximos locales) %%%
cinf = max(datosc)*0.4; %%% Cota inferior para algún máximo
for i=2:n-1
    if datosc(i)>cinf & datosc(i)>datosc(i+1) & datosc(i)>datosc(i-1)
        A = [A i];
    end
end

%%% Obtener peaks parte 2 (identificar entre qué índices hay un ciclo)%%%
i = 1;
j = 1;
B = [A(1)];
while true
    if abs(A(i)-A(j))<nn
        j = j+1;
        if j == length(A)
            break
        end
    elseif abs(A(i)-A(j))>=nn
        B = [B A(j)];
        i = j;
    end
end

%%% Calculo de los tiempos de contacto y vuelo %%%
%%% Reconstruccion del vector tiempo %%%
t = 0:dt:((n-1)*dt);
T = []; %% Vector de periodos %%

for i=1:length(B)-1
    T = [T t(B(i+1))-t(B(i))];
end

p_tc = 4.1e-006*Vel.^4-0.00032*Vel^3+0.0091*Vel^2-0.12*Vel+1; %%
Porcentaje de tiempo de contacto del total %%
Tp = mean(T(15:end-15));
erTp = std(T(15:end-15));
Tf = Tp*(1-p_tc);
Tc = Tp*p_tc;
Fmax = m*9.8*pi*0.5*((Tf/Tc)+1);
deltayc = (Fmax*(Tc^2))/(m*pi^2)+((9.8)*(Tc^2)/8);
Kver = Fmax/deltayc;
deltaL = L-sqrt((L^2)-((Vel*Tc)/(2*3.6))^2)+deltayc;
K = Fmax/deltaL;

set(handles.edit6, 'String', Kver);
set(handles.edit7, 'String', 'No concluyente');
set(handles.edit8, 'String', K);

```

```

set(handles.edit9, 'String', 'No concluyente');

function edit6_Callback(hObject, eventdata, handles)

function edit6_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit7_Callback(hObject, eventdata, handles)

function edit7_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit8_Callback(hObject, eventdata, handles)

function edit8_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit9_Callback(hObject, eventdata, handles)

function edit9_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```