

```

In [5]: #CONTROL DIFUSO
#JULIAN GIRALDO CARDONA
#Encontrar valor de la propina a partir de la calidad del servicio
#y de la comida en un restaurante

#Importar Librerias
import numpy as np
import skfuzzy as fuzz
import matplotlib.pyplot as plt

#Generar variables del universo
#*Calidad y servicio en rangos subjetivos [0,10]
#*La propina tiene un rango de [0,25] en unidades de puntos porcentuales

x_calidad=np.arange(0,11,1)
x_servicio=np.arange(0,11,1)
x_propina=np.arange(0,26,1)

#Generar funciones de pertenencia difusas

calidad_baja = fuzz.trimf(x_calidad, [0,0,5])
calidad_media=fuzz.trimf(x_calidad, [0,5,10])
calidad_alta=fuzz.trimf(x_calidad, [5,10,10])
servicio_bajo=fuzz.trimf(x_servicio, [0,0,5])
servicio_medio=fuzz.trimf(x_servicio, [0,5,10])
servicio_alto=fuzz.trimf(x_servicio, [5,10,10])
propina_baja=fuzz.trimf(x_propina, [0,0,13])
propina_media=fuzz.trimf(x_propina, [0,13,25])
propina_alta=fuzz.trimf(x_propina, [13,25,25])

#Visualizar estos universos y funciones de pertenencia
fig, (ax0, ax1, ax2) =plt.subplots(nrows=3, figsize=(8,9))
ax0.plot(x_calidad, calidad_baja, 'b', linewidth=1.5, label='Mala')
ax0.plot(x_calidad, calidad_media, 'g', linewidth=1.5, label='Aceptable')
ax0.plot(x_calidad, calidad_alta, 'r', linewidth=1.5, label='Buena')
ax0.set_title('Calidad de la comida')
ax0.legend()

ax1.plot(x_servicio, servicio_bajo, 'b', linewidth=1.5, label='Mala')
ax1.plot(x_servicio, servicio_medio, 'g', linewidth=1.5, label='Aceptable')
ax1.plot(x_servicio, servicio_alto, 'r', linewidth=1.5, label='Excelente')
ax1.set_title('Calidad de la servicio')
ax1.legend()

ax2.plot(x_propina, propina_baja, 'b', linewidth=1.5, label='Baja')
ax2.plot(x_propina, propina_media, 'g', linewidth=1.5, label='Media')
ax2.plot(x_propina, propina_alta, 'r', linewidth=1.5, label='Alta')
ax2.set_title('Valor de la propina')
ax2.legend()

# Ocultar Los ejes superior / derecho
for ax in (ax0, ax1, ax2):
    ax.spines['top'].set_visible(False)
    ax.spines['right'].set_visible(False)
    ax.get_xaxis().tick_bottom()
    ax.get_yaxis().tick_left()
plt.tight_layout()

```

```

#Necesitamos la activación de nuestras funciones de pertenencia difusa en estos valores.
#Los valores exactos 6.5 y 9.8 no existen en nuestros universos...
#Para esto existe fuzz.interp_membership

nivel_calidad_bajo=fuzz.interp_membership(x_calidad, calidad_baja, 6.5)
nivel_calidad_medio=fuzz.interp_membership(x_calidad, calidad_media, 6.5)
nivel_calidad_alto=fuzz.interp_membership(x_calidad, calidad_alta, 6.5)
nivel_servicio_bajo=fuzz.interp_membership(x_servicio, servicio_bajo, 9.8)
nivel_servicio_medio=fuzz.interp_membership(x_servicio, servicio_medio, 9.8)
nivel_servicio_alto=fuzz.interp_membership(x_servicio, servicio_alto, 9.8)

#Ahora tomamos nuestras reglas y las aplicamos, la regla 1 se refiere a la mala comida o
#El operador OR significa que tomamos el maximo de estos dos.

activar_regla1 = np.fmax(nivel_calidad_bajo, nivel_servicio_bajo)

#Ahora aplicamos esto recortando la parte superior de la salida correspondiente
#funcion de membresia con "np.fmin"

activacion_propina_baja = np.fmin(activar_regla1, propina_baja) #eliminando por completo

#Para la regla 2, conectamos un servicio aceptable con una propina media

activacion_propina_media=np.fmin(nivel_servicio_medio, propina_media)

#Para la regla 3, conectamos servicio bueno o comida buena con propinas altas

activar_regla3 = np.fmax(nivel_calidad_alto, nivel_servicio_alto)
activacion_propina_alta=np.fmin(activar_regla3, propina_alta)
propina0=np.zeros_like(x_propina)

#Visualizar lo anterior

fig, ax0=plt.subplots(figsize=(8,3))
ax0.fill_between(x_propina, propina0, activacion_propina_baja, facecolor='b', alpha=0.7)
ax0.plot(x_propina, propina_baja, 'b', linewidth=0.5, linestyle='--')
ax0.fill_between(x_propina, propina0, activacion_propina_media, facecolor='g', alpha=0.7)
ax0.plot(x_propina, propina_media, 'g', linewidth=0.5, linestyle='--')
ax0.fill_between(x_propina, propina0, activacion_propina_alta, facecolor='r', alpha=0.7)
ax0.plot(x_propina, propina_alta, 'r', linewidth=0.5, linestyle='--')
ax0.set_title('Actividad de membresia de salida')

for ax in (ax0,):
    ax.spines['top'].set_visible(False)
    ax.spines['right'].set_visible(False)
    ax.get_xaxis().tick_bottom()
    ax.get_yaxis().tick_left()
plt.tight_layout()

#Agregar Las tres funciones de pertenencia de salida juntas
agregado=np.fmax(activacion_propina_baja, np.fmax(activacion_propina_media, activacion_pr
#Calcular el resultado difuso

propina=fuzz.defuzz(x_propina, agregado, 'centroid')
activacion_propina=fuzz.interp_membership(x_propina, agregado, propina) #para dibujar

#Visualizar lo anterior
fig, ax0=plt.subplots(figsize=(8,3))
ax0.plot(x_propina, propina_baja, 'b', linewidth=0.5, linestyle='--')

```

```
ax0.plot(x_propina, propina_media, 'g', linewidth=0.5, linestyle='--')
ax0.plot(x_propina, propina_alta, 'r', linewidth=0.5, linestyle='--')
ax0.fill_between(x_propina, propina0, agregado, facecolor='Orange', alpha=0.7)
ax0.plot([propina, propina], [0, activacion_propina], 'k', linewidth=1.5, alpha=0.9)
ax0.set_title('Membresía agregada y resultado (línea)')
```

```
#Cancela los ejes superior / derecho
```

```
for ax in (ax0,):
    ax.spines['top'].set_visible(False)
    ax.spines['right'].set_visible(False)
    ax.get_xaxis().tick_bottom()
    ax.get_yaxis().tick_left()
plt.tight_layout()
```



