

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# === PARAMETRI UTENTE ===
photon_energy_target = 0.15 # eV
power_density = 100 # W/cm² (potente sorgente MIR)
eta_ext = 0.6 # Efficienza quantica esterna (assorbimento × raccolta)
L = 700e-9 # m, spessore regione attiva
n = 3.98 # Indice di rifrazione (tipico per SiGe in MIR)

# === COSTANTI ===
e_charge = 1.602176634e-19 # C
c = 2.99792458e8 # m/s
h_joule = 6.62607015e-34 # J·s
ev_to_joule = 1.60218e-19 # J/eV

# === SIMULAZIONE DATI SPETTRALI FINITI ===
energy = np.linspace(0.1, 0.3, 200) # eV
# Picco gaussiano centrato a 0.15 eV, larghezza ~0.005 eV
im_epsilon = np.exp(-((energy - 0.15)**2) / (2 * 0.005**2)) * 0.05

# === CALCOLO COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO ===
omega = (energy * ev_to_joule) / h_joule
alpha = (omega / (c * n)) * im_epsilon # in 1/m

# === EFFICIENZA QUANTICA INTERNA ===
eta_int = 1 - np.exp(-alpha * L)

# === CALCOLO RESPONSIVITÀ (A/W) ===
responsivity = (eta_ext * eta_int * e_charge) / (energy * ev_to_joule)

# === INDICE PIÙ VICINO ALL'ENERGIA TARGET ===
idx = np.argmin(np.abs(energy - photon_energy_target))
R_target = responsivity[idx]
eta_int_target = eta_int[idx]
I_photo = R_target * power_density # A/cm²

# === CONVERSIONE: FLUSSO FOTONICO ===
E_photon_J = photon_energy_target * ev_to_joule
photon_flux = power_density / E_photon_J # fotoni/cm²·s

# === INPUT DIMENSIONI DISPOSITIVO ===
length_um = float(input("Lunghezza del dispositivo (in µm): "))
width_um = float(input("Larghezza del dispositivo (in µm): "))

# Converti area in cm²
area_cm2 = (length_um * 1e-4) * (width_um * 1e-4) # µm → cm

# === CALCOLO CORRENTE TOTALE ===
I_total = I_photo * area_cm2 # A
I_total_uA = I_total * 1e6 # µA

# === STAMPA RISULTATI ===
print("\n--- RISULTATI QWIP ---")
print(f"✓ Energia fotone target: {photon_energy_target:.3f} eV")
print(f"✓ Flusso fotonico: {photon_flux:.2e} fotoni/cm²/s")
print(f"✓ Efficienza interna η_int: {eta_int_target:.4f}")
print(f"✓ Responsività R: {R_target:.4f} A/W")
print(f"✓ Fotocorrente (densità): {I_photo*1e3:.2f} mA/cm²")
print(f"✓ Area dispositivo: {area_cm2*1e4:.2f} mm²")
print(f"✓ Fotocorrente totale: {I_total_uA:.3f} µA")

# === PLOT ===
fig, ax1 = plt.subplots(figsize=(6,5))
ax1.set_xlabel("Energia fotone (eV)")
ax1.set_ylabel("Efficienza Quantica Interna", color='blue')
ax1.plot(energy, eta_int, color='blue', label="Efficienza Quantica Interna")
ax1.axvline(photon_energy_target, linestyle='--', color='gray', label="Energia Target")
ax1.tick_params(axis='y', labelcolor='blue')
ax1.legend(loc='upper left')

ax2 = ax1.twinx()
ax2.set_ylabel("Responsività (A/W)", color='red')
ax2.plot(energy, responsivity, color='red', label="Responsività")
ax2.tick_params(axis='y', labelcolor='red')
ax2.legend(loc='upper right')

plt.title("QWIP – Efficienza Interna e Responsività")
plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.show()

```

```
Lunghezza del dispositivo (in μm): 4.3
Larghezza del dispositivo (in μm): 50

--- RISULTATI QWIP ---
✓ Energia fotone target:      0.150 eV
✓ Flusso fotonico:           4.16e+21 fotoni/cm²/s
✓ Efficienza interna η_int:   0.0011
✓ Responsività R:            0.0042 A/W
✓ Fotocorrente (densità):    424.81 mA/cm²
✓ Area dispositivo:         0.02 mm²
✓ Fotocorrente totale:       0.913 μA
```

