

Lezione 8: Il Punto di Lavoro

Applicazione del Modello Ibrido (AI + Fisica)

Laboratorio di Elettronica & AI

1 Continuità con la Lezione 7

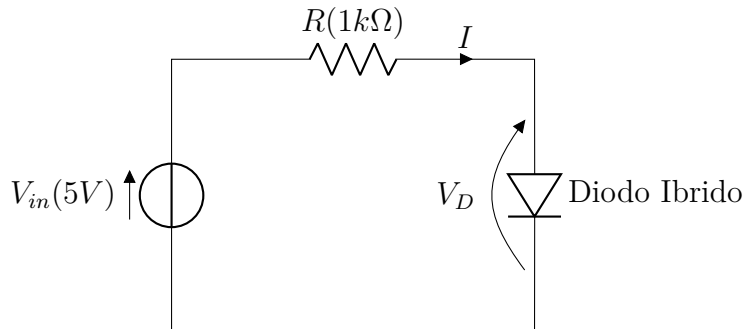
Nella lezione precedente abbiamo risolto il problema delle oscillazioni del polinomio introducendo il ****Filtro Fisico**** (Physics-Informed AI).

$$I_{Hybrid} = \begin{cases} 0 & \text{se } V < 0.6V \text{ (Fisica)} \\ Polinomio(V) & \text{se } V \geq 0.6V \text{ (AI)} \end{cases}$$

Oggi usiamo questo modello robusto per risolvere un circuito reale e confrontarlo con i calcoli teorici manuali.

2 Il Circuito e la Sfida

Analizziamo il seguente circuito con $V_{in} = 5V$ e $R = 1k\Omega$:



2.1 L'Ipotesi Manuale (Semplificata)

A mano, ipotizziamo un diodo ideale a 0.7V:

$$I_{mano} = \frac{5V - 0.7V}{1000\Omega} = 4.3 \text{ mA}$$

2.2 La Realtà (Modello Ibrido)

Il nostro modello AI ha imparato dai dati che la curva è esponenziale. Intersecando la ****Retta di Carico**** con il ****Modello Ibrido****, troveremo il punto di lavoro vero.

3 Codice Python: Implementazione

Ecco come implementiamo l'intersezione applicando il filtro della Lezione 7.

```
# 1. Definiamo la Retta di Carico (Vin - V)/R
I_load = (Vin - V_axis) / R

# 2. Richiamiamo il Modello Ibrido (Lez 7)
I_raw = modello_polinomio.predict(V_axis)
# APPLICAZIONE DEL FILTRO FISICO:
I_hybrid = np.where(V_axis < 0.6, 0, I_raw)

# 3. Troviamo l'intersezione (Minima distanza)
idx = np.argmin(np.abs(I_hybrid - I_load))
V_Q = V_axis[idx][0]
I_Q = I_hybrid[idx][0]

print(f"Punto Q Reale: {V_Q:.2f}V, {I_Q*1000:.2f}mA")
```

Listing 1: Calcolo del Punto Q con Modello Ibrido

4 Risultato Grafico

Il grafico sottostante mostra la differenza critica.

- La **X Rossa** è ciò che calcolate a mano (4.3 mA).
- Il **Pallino Verde** è la realtà calcolata dall'AI.

Notate come la curva verde sia "pulita" (zero fino a 0.6V) grazie al filtro introdotto nella lezione scorsa.

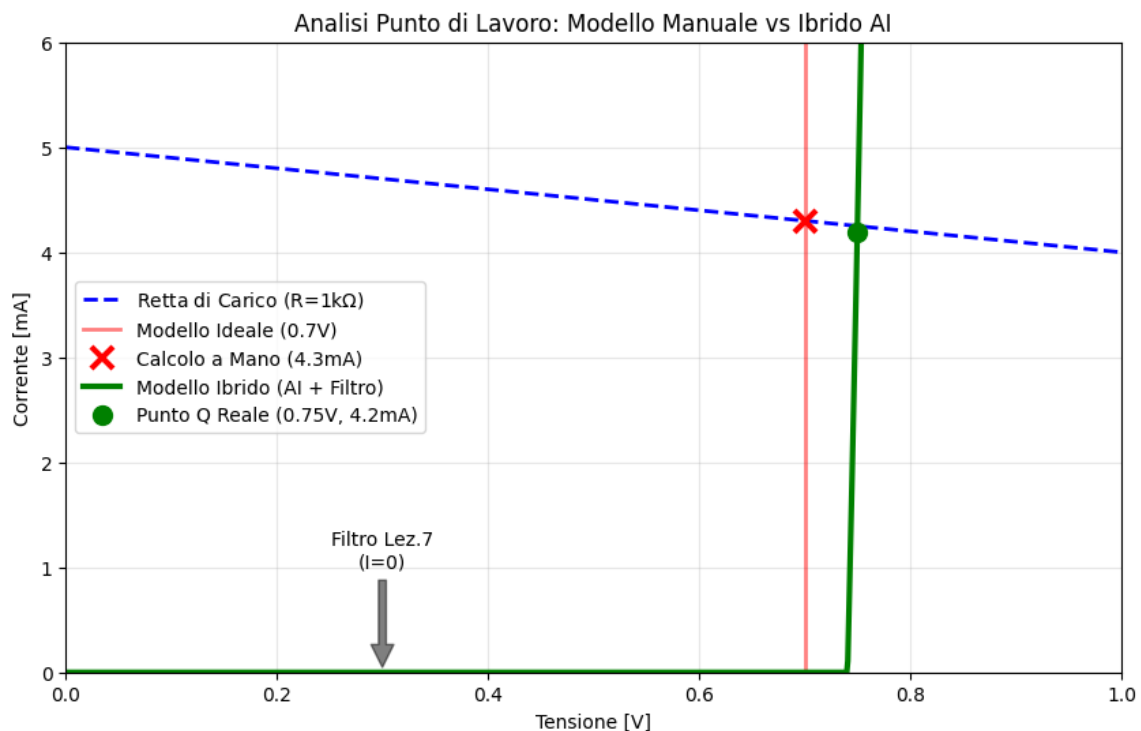


Figura 1: Confronto: Il modello ideale a 0.7V (Rosso) sovrastima la tensione di ginocchio rispetto al modello AI Ibrido (Verde).

Esercitazione

Obiettivo: Verificare l'errore del modello manuale.

Apri Colab e osserva come il "Filtro Ibrido" pulisce il segnale e ci dà un punto di lavoro diverso dai 4.3mA teorici.

Esercitazione Pratica

Obiettivo: Verificare l'errore del modello manuale.

Apri Colab ed esegui il codice per vedere come il "Filtro Ibrido" pulisce il segnale e ci dà un punto di lavoro diverso dai 4.3mA teorici.

APRI IL PROGRAMMA COLAB →

5 Costruzione Grafica: Il Ruolo del Filtro

Per determinare il punto di lavoro, sovrapponiamo la **Retta di Carico** (il circuito) alle caratteristiche del Diodo.

1. **Retta Blu (Circuito):** Unisce i punti (0V, 5mA) e (5V, 0mA).
2. **Curva Verde (Modello Ibrido):**

- Per $V < 0.6V$: La corrente è forzata a zero dal **Filtro** (introdotto nella Lez. 7).
- Per $V > 0.6V$: L'AI prevede la salita esponenziale.

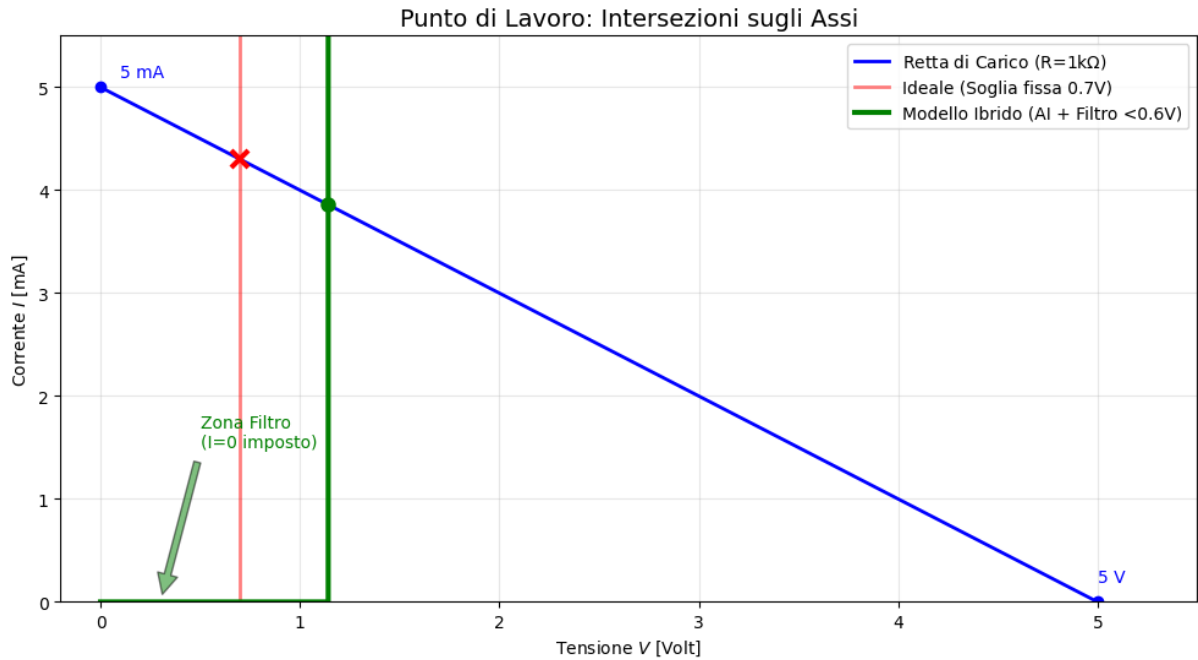


Figura 2: **Visione Completa:** Notiamo due cose fondamentali. 1) I punti di lavoro sono schiacciati a sinistra. 2) La curva verde è perfettamente piatta fino a $0.6V$ grazie al filtro logico, evitando errori di previsione a bassa tensione.

Introduzione all'apprendimento automatico