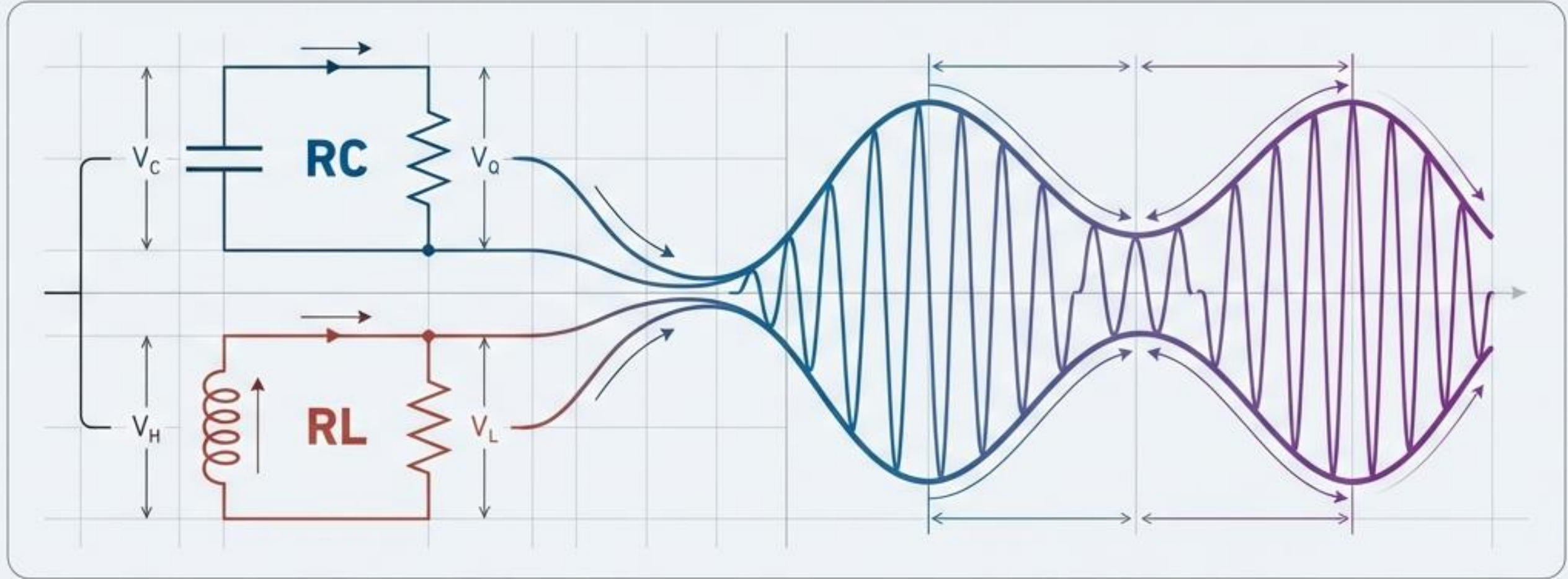


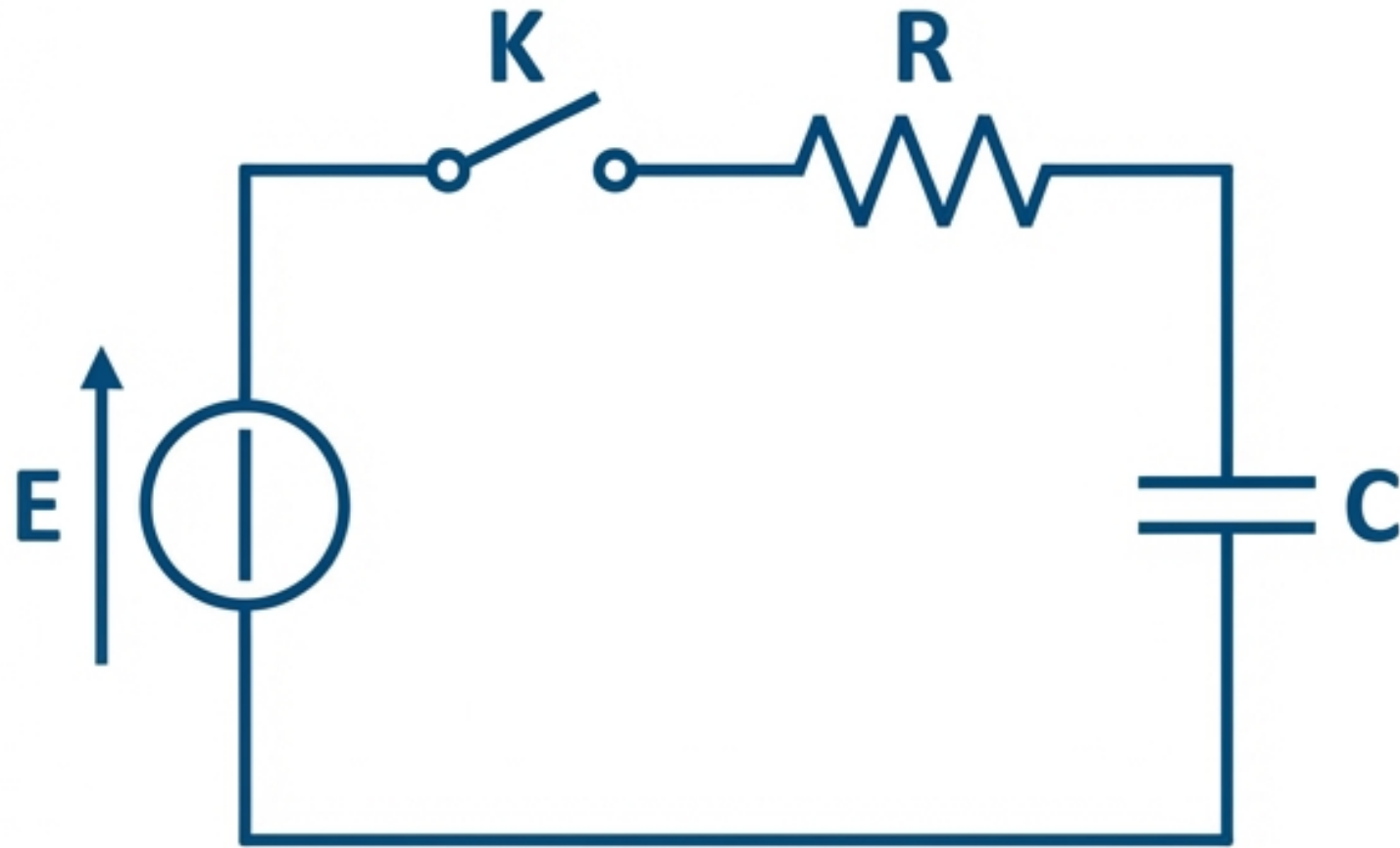
# ملخص الفيزياء: الكهرياء والموجات

ثنائي القطب RC، ثنائي القطب RL، التذبذبات RLC، وتضمين الوسع



مراجعة للتمكن

# ثنائي القطب RC: المكونات وقانون التوترات



المكثف (The Capacitor): مخزن للشحنة الكهربائية

$$q = C \cdot u_C$$

شدة التيار (Current Intensity):

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_C}{dt}$$

قانون إضافية التوترات (Law of Additivity):

$$u_R + u_C = E$$

$$u_R = R \cdot i$$

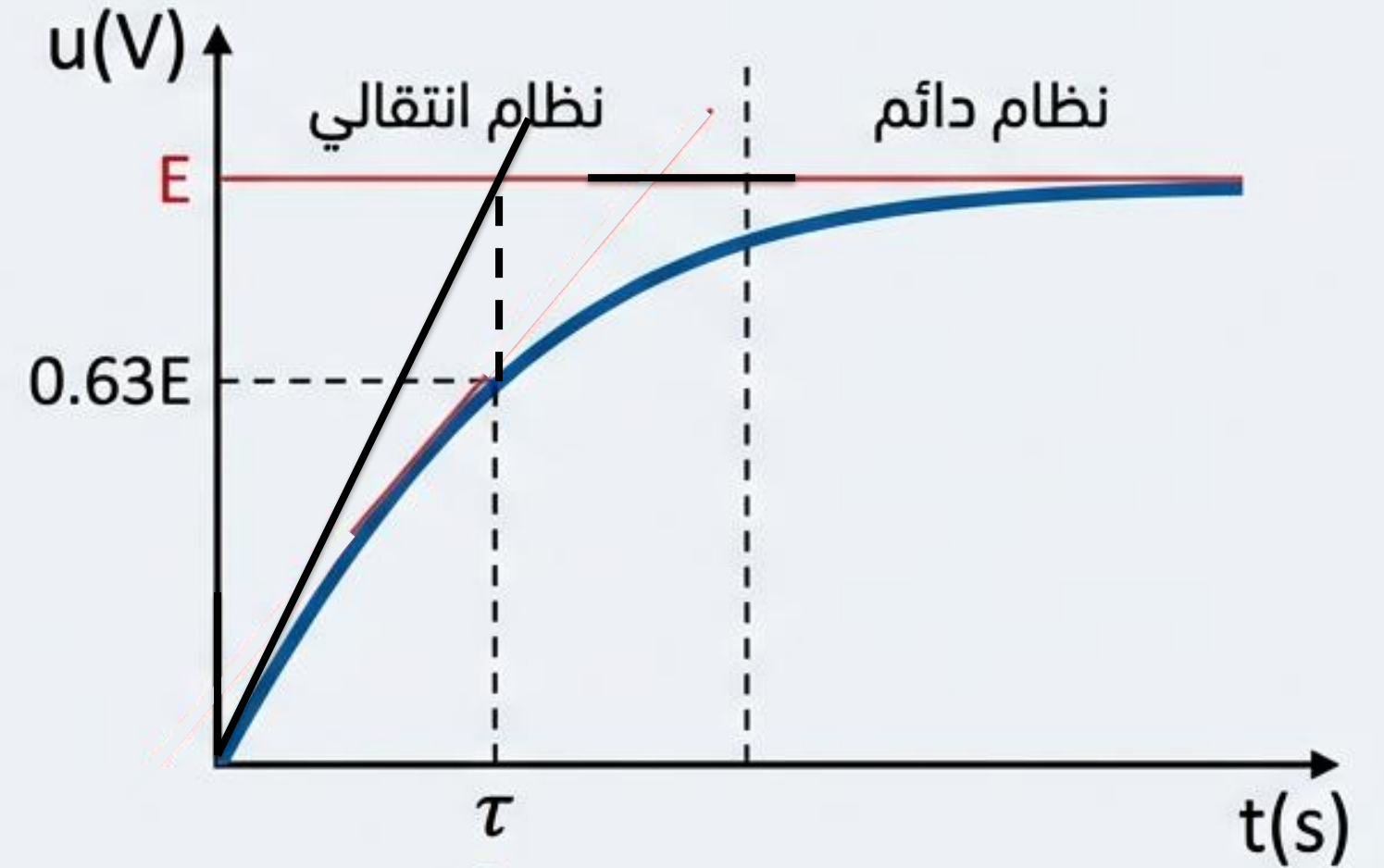
# استجابة ثنائي القطب RC (الشحن)

المعادلة التفاضلية

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC}u_C = \frac{E}{RC}$$

حل المعادلة

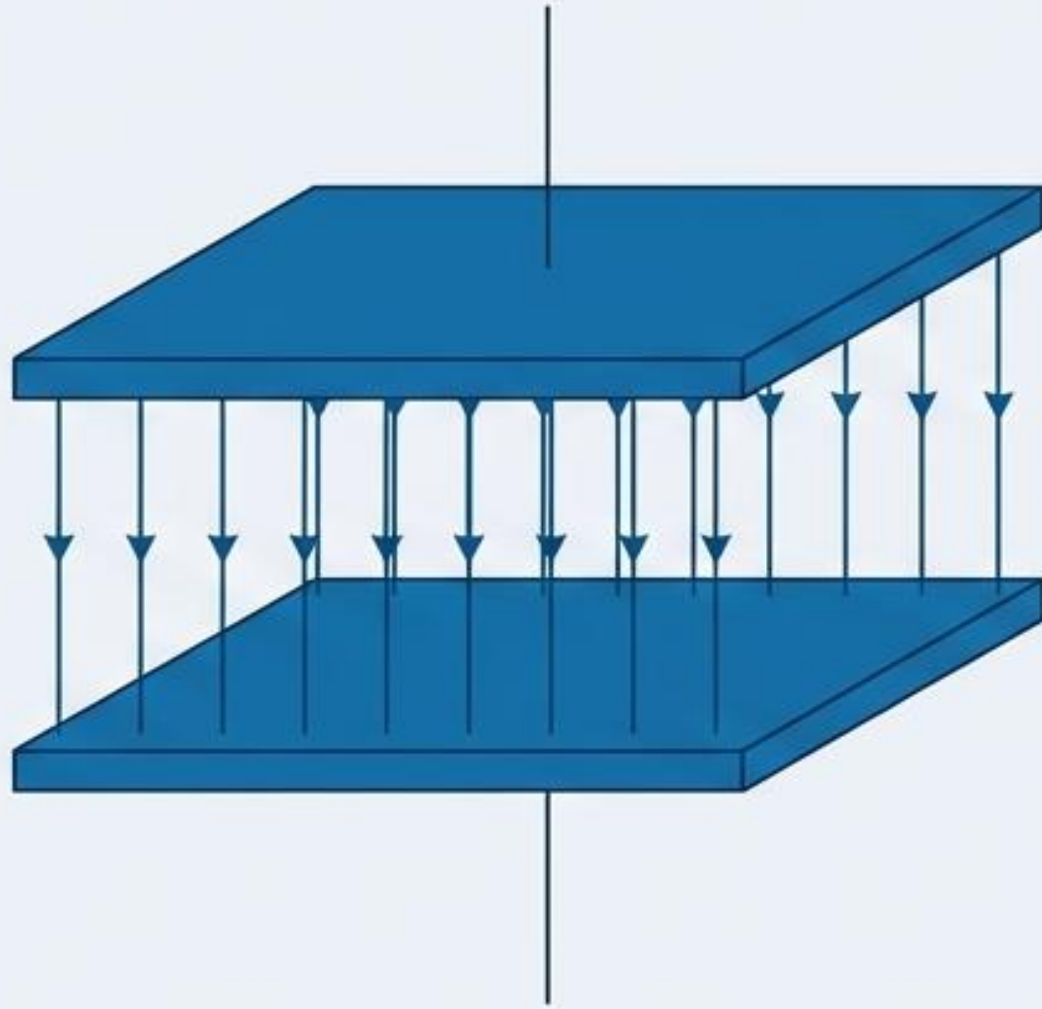
$$u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$$



ثابتة الزمن:  $\tau = R \cdot C$   
عند  $t = \tau$  يكون المكثف مشحوناً بنسبة 63%

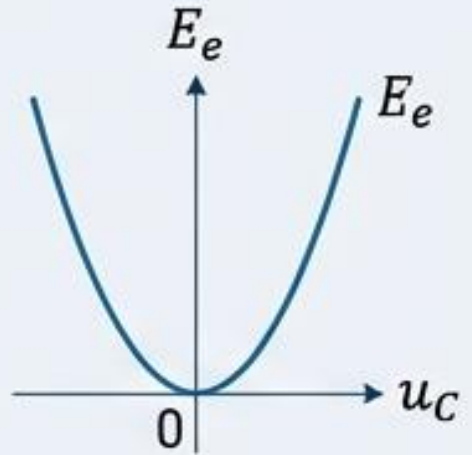


# الطاقة المخزونة في المكثف



$$E_e = \frac{1}{2} C u_c^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$

الطاقة الكهربائية (Joule) تخزن في المجال الكهربائي بين لبوسبي المكثف.



# ثنائي القطب RL: الوشيعة والتحريض

الوشيعة (The Coil): مركبة تقاوم تغير شدة التيار.

التوتر بين مربطي الوشيعة (Voltage across Coil):

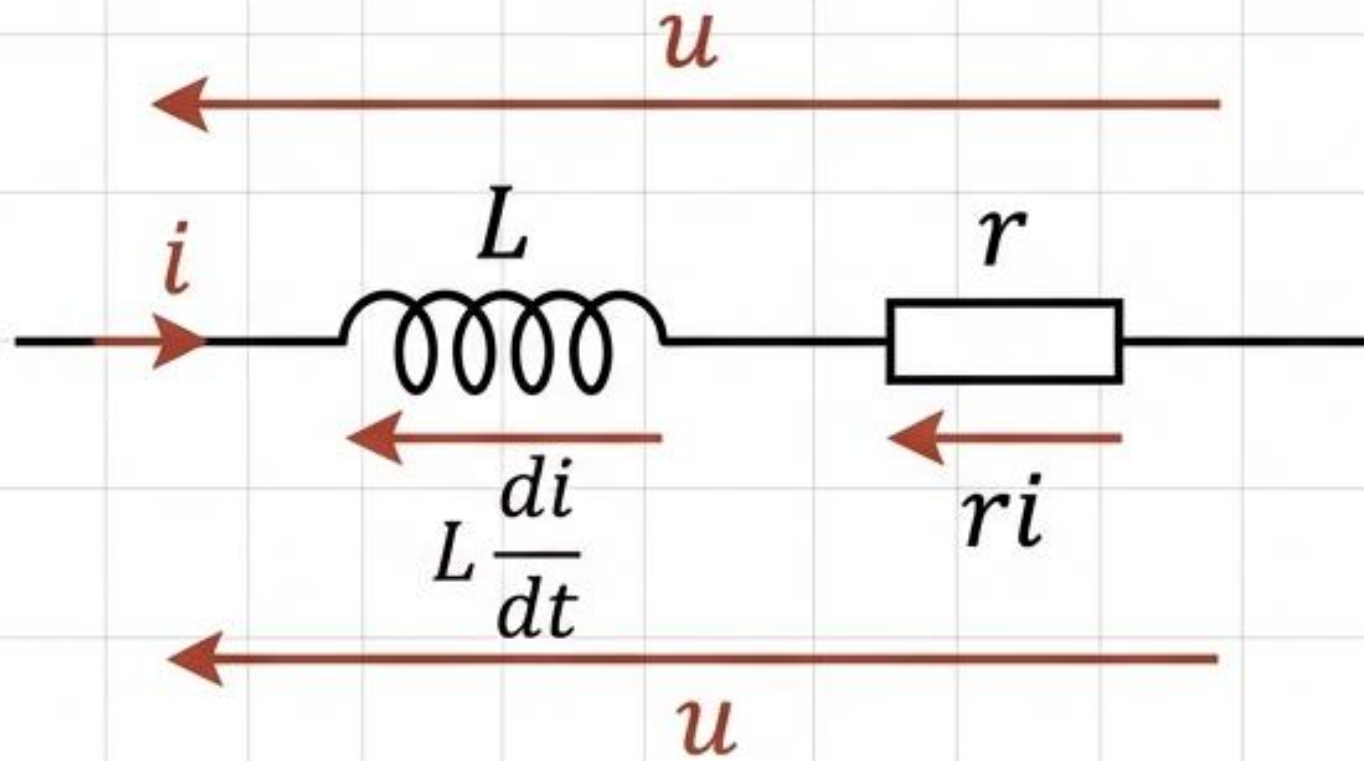
$$u_L = L \frac{di}{dt} + r \cdot i$$

في حالة وشيعة مثالية (Ideal Coil,  $r=0$ ):

$$u_L = L \frac{di}{dt}$$

Circuit Law: ن الوشيعة القطب على تحليل وحك الوشيعة الإنسيعة التربائم.

$$u_L + u_R = E$$



# إقامة التيار في الدارة RL

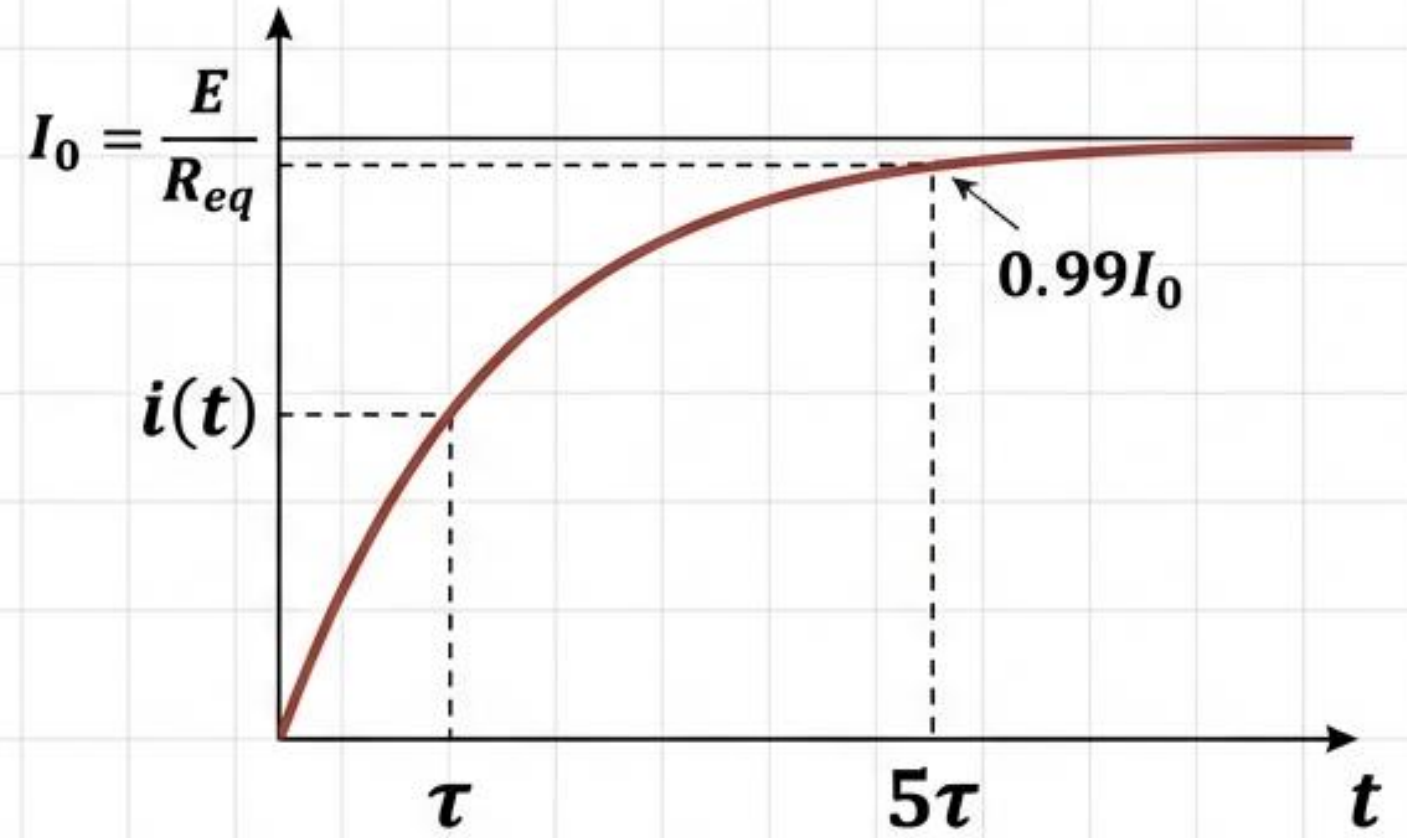
المعادلة التفاضلية (إقامة التيار)

$$\frac{di}{dt} + \frac{R_{eq}}{L} i = \frac{E}{L}$$

$$R_{eq} = R + r$$

حل المعادلة

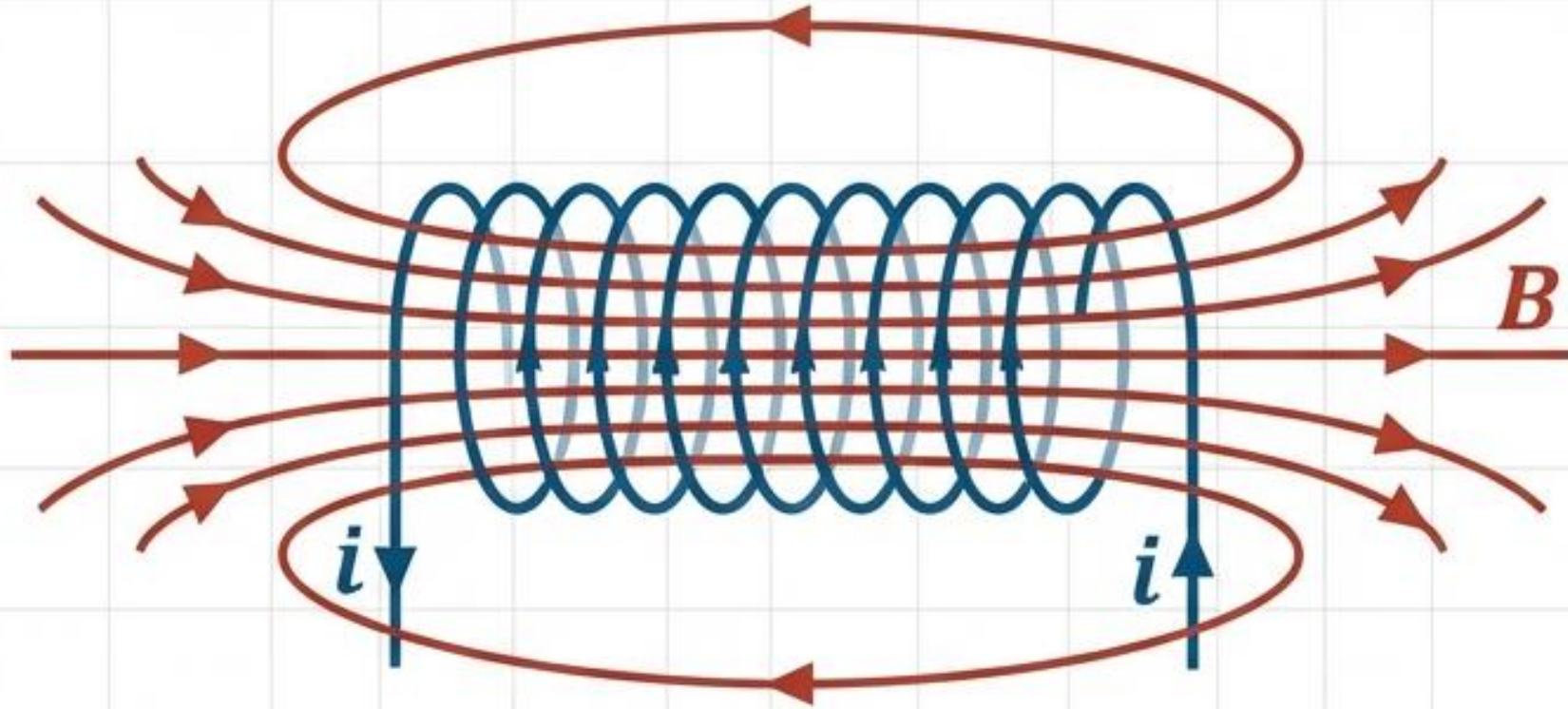
$$i(t) = \frac{E}{R_{eq}} (1 - e^{-t/\tau})$$



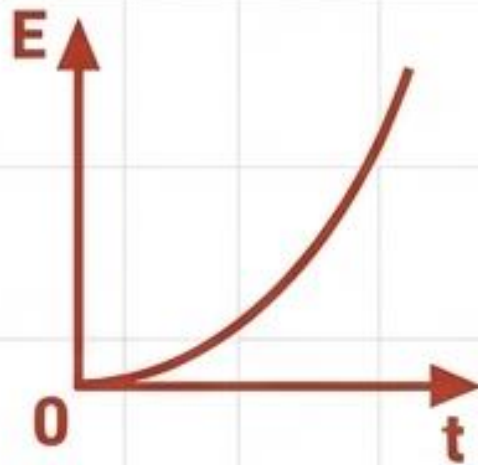
$$\tau = \frac{L}{R_{eq}} \text{ ثابتة الزمن:}$$



# الطاقة المغناطيسية في الوشاعة



$$E_m = \frac{1}{2} Li^2$$

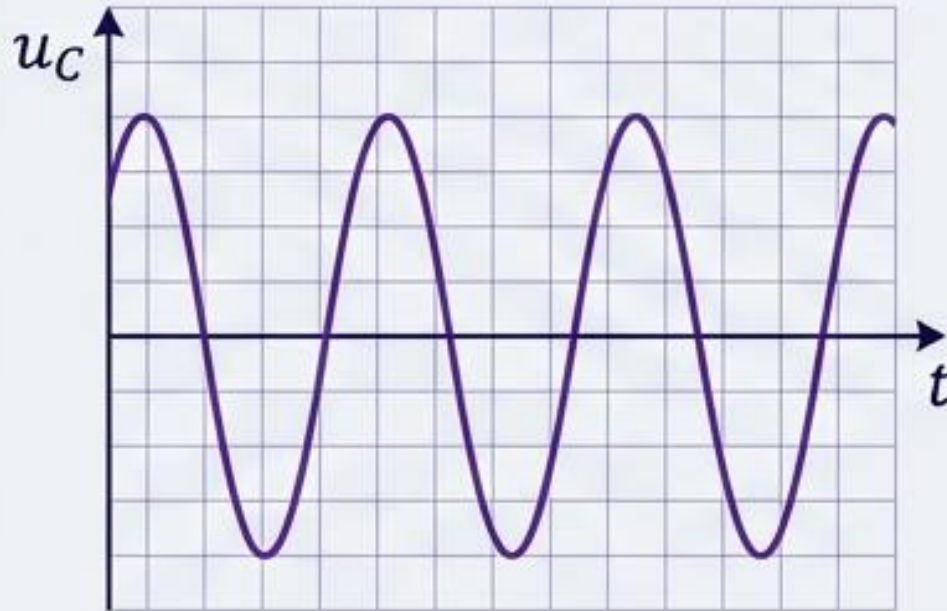


RC	RL
تخزين طاقة كهربائية (تتعلق بالتوتر $u$ )	تخزين طاقة مغناطيسية (تتعلق بالتيار $i$ )

# التذبذبات الحرة في دائرة RLC المتوالية

$$\frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{R_{total}}{L} \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC} u_C = 0$$

نظام دوري (Periodic)



نظام شبه دوري (Pseudo-periodic)

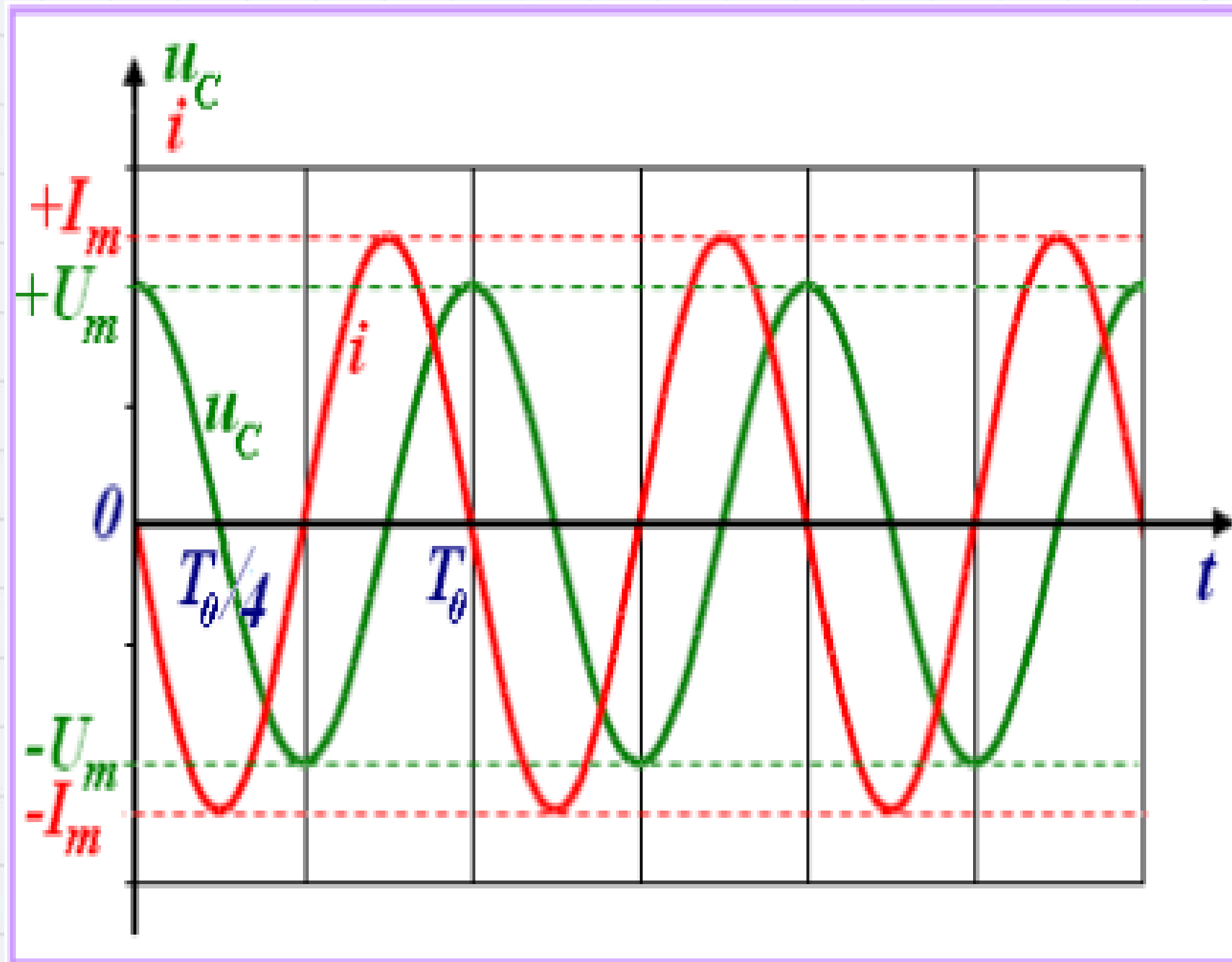


نظام لادوري (Aperiodic)





# الدور الخاص والحل الجيبي



الدور الخاص (Proper Period)

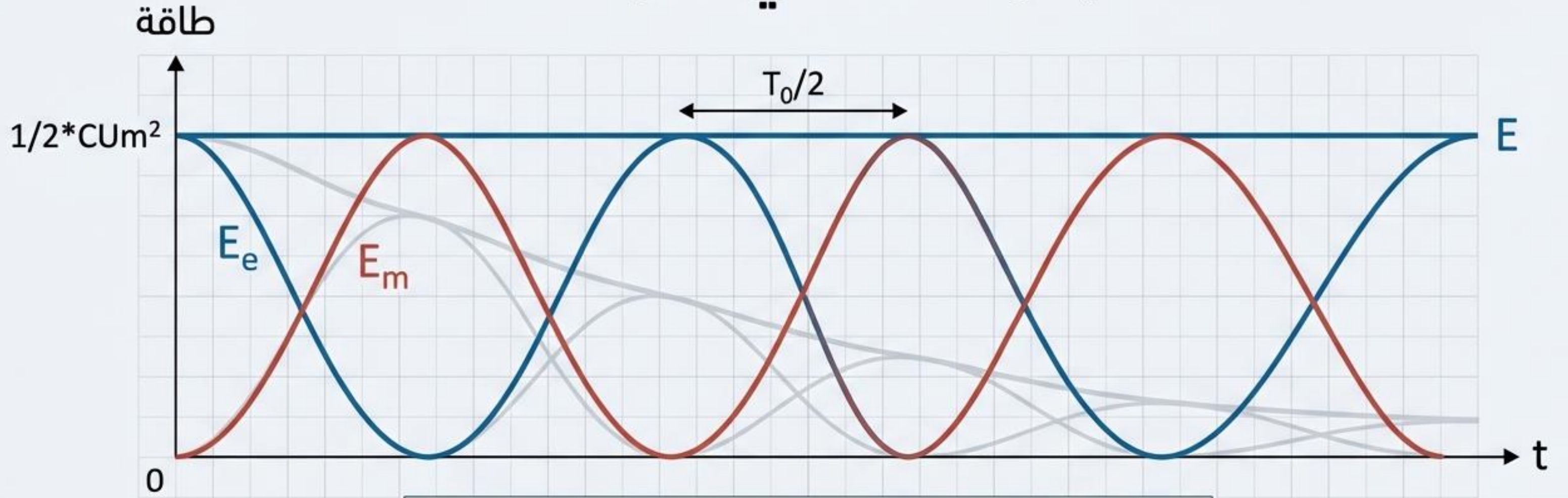
$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$$

حل المعادلة (في غياب الخمود)

$$u_C(t) = U_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$$

شبه الدور  $T \approx T_0$  في حالة الخمود الضعيف.

# تبادل الطاقة في الدارة RLC



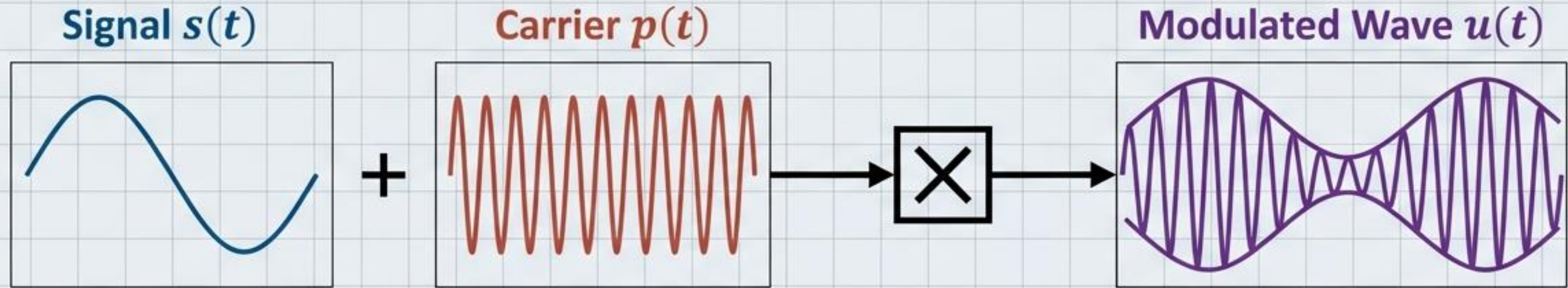
$$E_{total} = E_e + E_m = \frac{1}{2} C u_C^2 + \frac{1}{2} L i^2$$

دارة مثالية LC : الطاقة تنحفظ  $(\frac{dE}{dt} = 0)$ .

دارة حقيقية RLC : الطاقة تتناقص بسبب مفعول جول  $(\frac{dE}{dt} < 0)$ .



# مبدأ تضمين الوسع (Amplitude Modulation)



$$u_s(t) = k \cdot [s(t) + U_0] \cdot p(t)$$

الجداء (Product):

$$u(t) = A [1 + m \cos(2\pi f_s t)] \cos(2\pi F_p t)$$

تعبير التوتر المضمن:

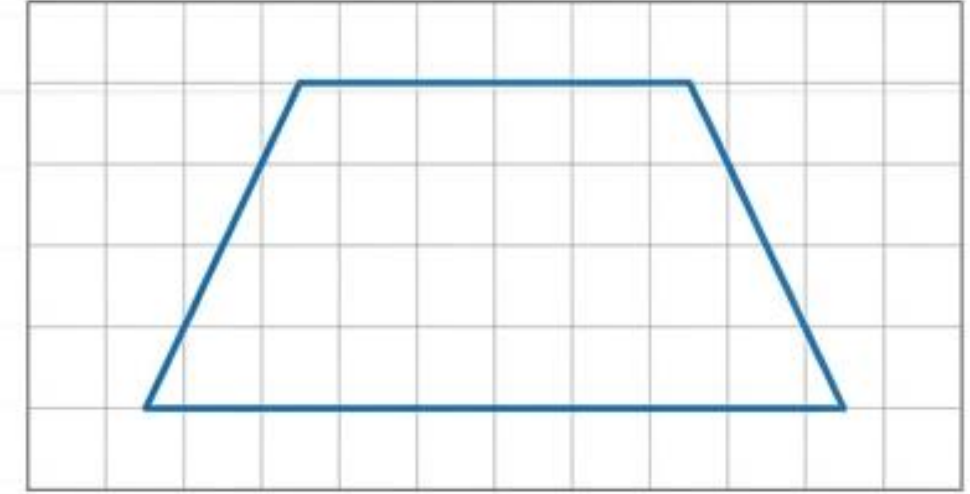
# جودة التضمين (Quality of Modulation)

نسبة التضمين:

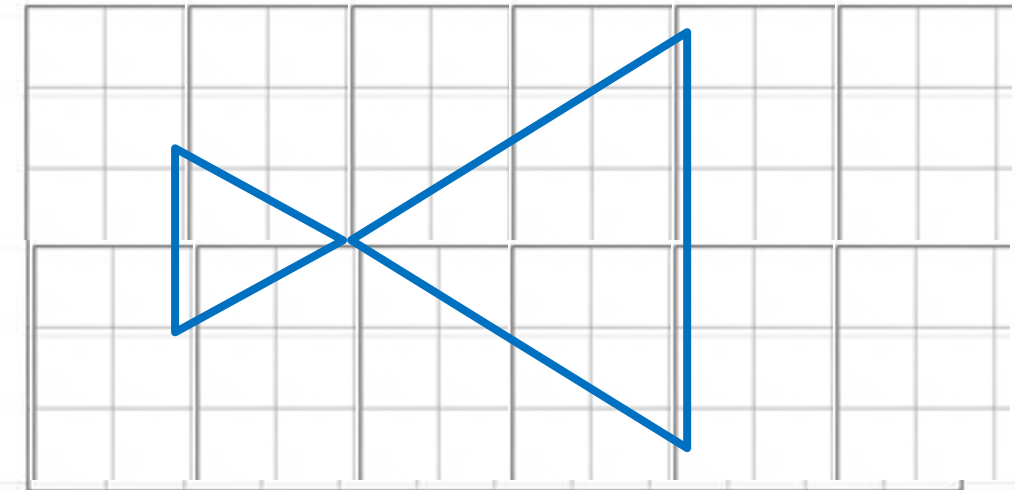
$$m = \frac{S_m}{U_0}$$

الشروط لتضمين جيد:

1.  $m < 1$  (تجنب الإفراط في التضمين)
2.  $F_p \gg f_s$  (تردد الحامل أكبر بكثير من الإشارة)



تضمين جيد ( $m < 1$ )

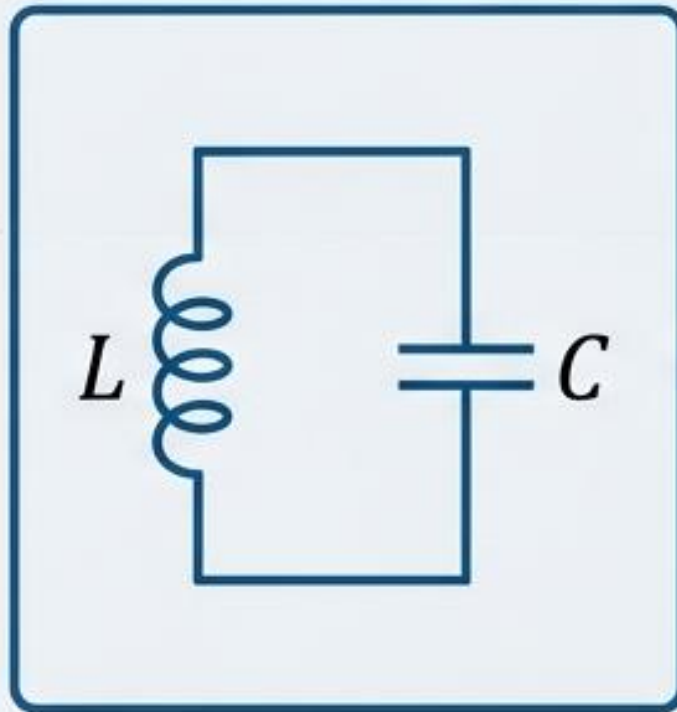


تضمين رديء ( $m > 1$ )

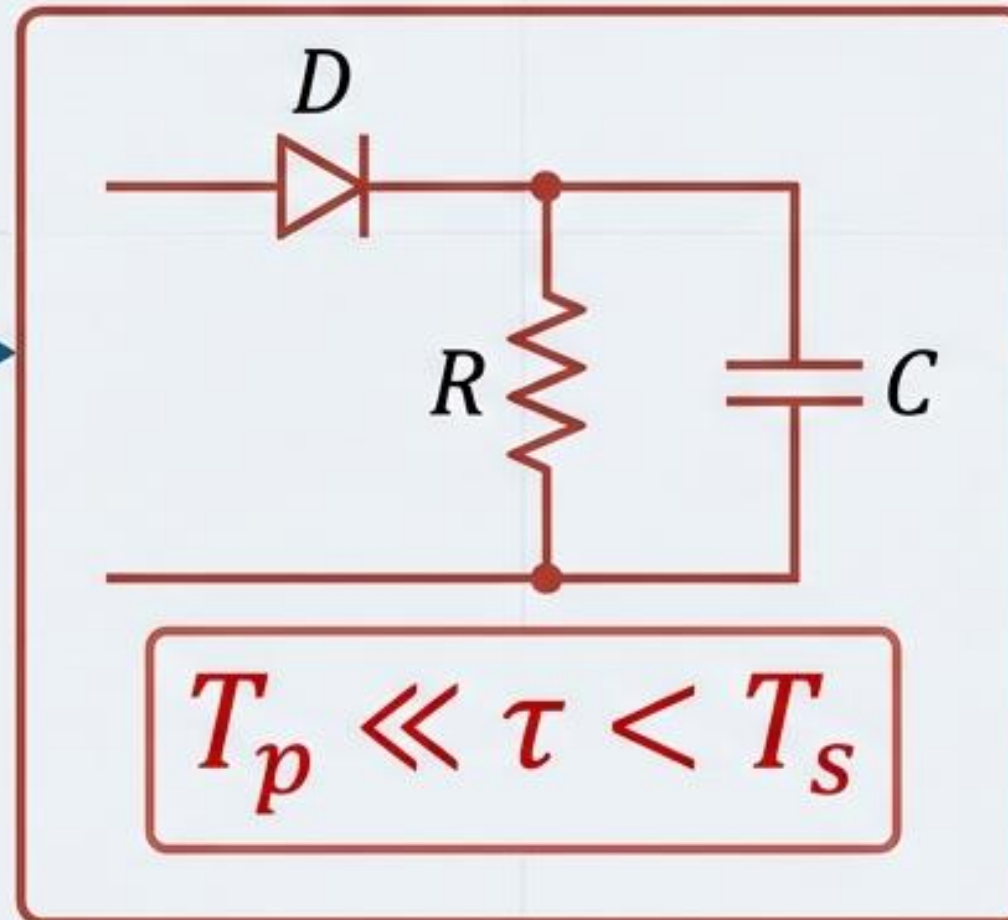


# إزالة التضمين (Demodulation)

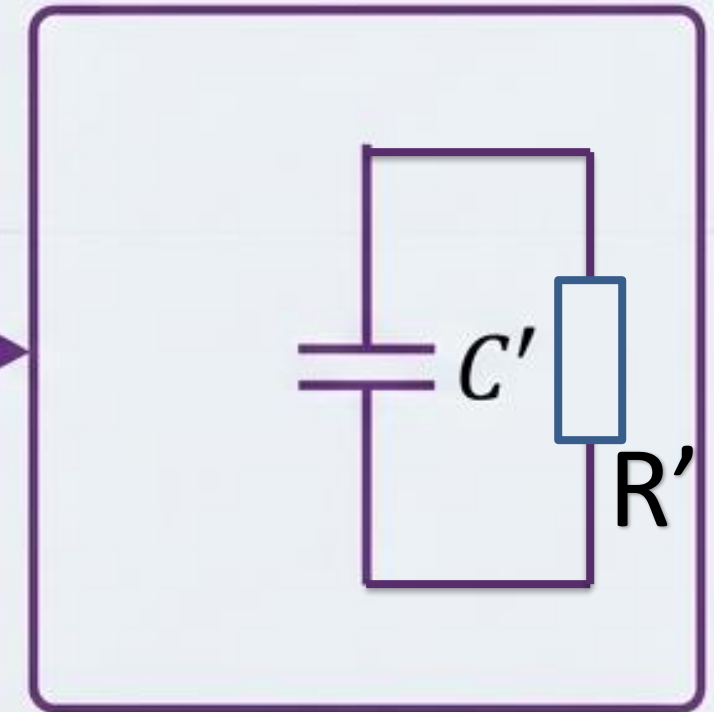
دائرة الانتقاء  
(Tuning)



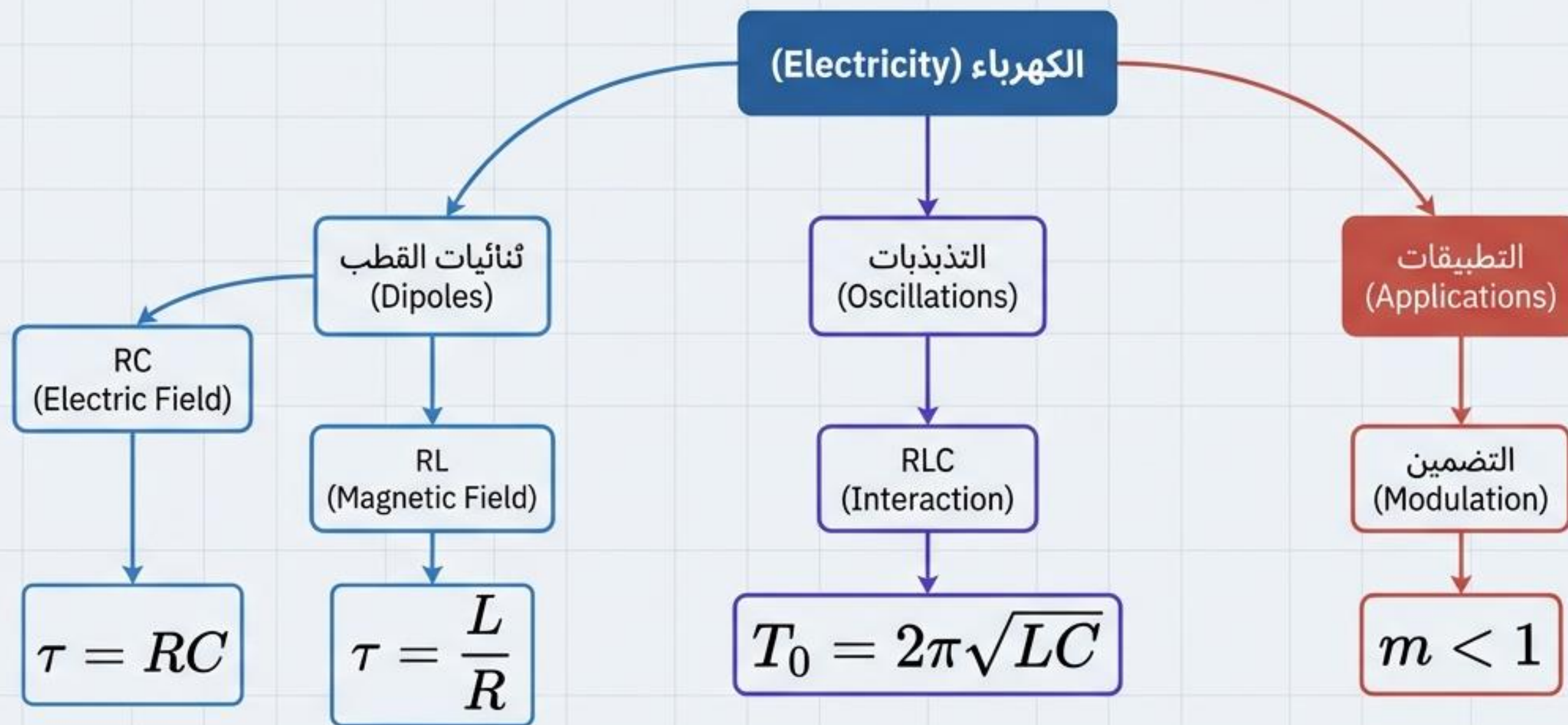
كاشف الغلاف  
(Envelope Detector)



إزالة المركبة المستمرة  
(DC Removal)



# خريطة ذهنية: من المكونات إلى الموجات



الفيزياء هي دراسة تحولات الطاقة.