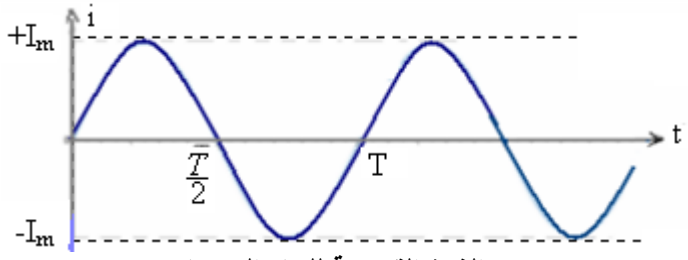
# الدارة الكهربائية المتوالية RLC في نظام جيبي وقسري

خاص بمسلك العلوم الرياضية

## I عموميات حول التيار الكهربائي المتناوب الجيبي

### 1) شدة التيار المتناوب الجيبي

التيار المتناوب الجيبي اللحظي تيار شدته دالة جيبية بالنسبة للزمن وتتغير إشارته مرتين في الدور . $i(t) = I_m.\cos(\omega.t + \varphi)$




$I_m$ : **الشدة القصوية للتيار الكهربائي.**

$\varphi$ : **طور التيار الكهربائي عند أصل التواريخ. ب (rad).**

$t$ : **طور التيار الكهربائي عند اللحظة ب:** $(rad)$ . $\omega.t + \varphi$

$\omega$ : **نبض التيار الكهربائي ب :** $rad/s$ .

$N$ : **تردد التيار الكهربائي ب (Hz)** $\omega = \frac{2.\pi}{T} = 2.\pi.N$

$I$ : **الشدة الفعالة للتيار الكهربائي** وتربطها بالشدة القصوية العلاقة التالية: $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ تقاس بواسطة جهاز الأمبيرميتر.

### 2) التوتر المتناوب الجيبي

**التوتر الكهربائي الجيبي اللحظي دالة جيبية بالنسبة للزمن تكتب كما يلي :** $u(t) = U_m.\cos(\omega.t + \varphi)$

$U$ : **التوتر الفعال تربطه بالتوتر القصوي العلاقة التالية:**

$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ **يقاس بواسطة جهاز الفولطميتر ،**

**ملحوظة :القيم الفعالة هي القيم التي تعطيها أجهزة القياس حين استعمالها في التيار الكهربائي المتناوب.**

### 3) طور التوتر بالنسبة للتيار

**الشدة اللحظية للتيار الكهربائي:** $i(t) = I_m \cos(\omega.t + \varphi_i)$

**والتوتر اللحظي:** $u(t) = U_m \cos(\omega.t + \varphi_u)$

**فرق الطور بين** $i(t)$ و $u(t)$ **هو :** $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ **وهو مقدار جبري يعبر عنه ب:** $(rad)$

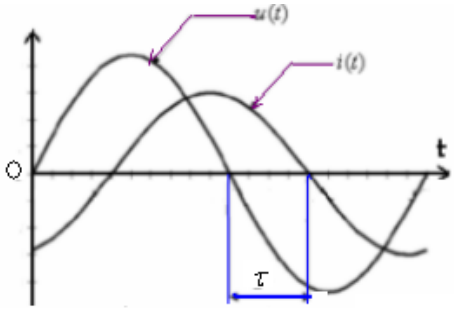
**ملحوظة : طريقة التحديد المبياني لفرق الطور.** $\varphi$

باعتبار الشروط البدئية : $i = 0$ عند اللحظة $t = 0$ و بالتعويض في : $i(t) = I_m \cos(\omega.t + \varphi_i)$ يصبح لدينا : $0 = I_m \cos\varphi_i \Leftarrow \varphi_i = 0$ و: $\varphi = \varphi_u$

**و منه :** $i(t) = I_m \cos\omega.t$ **و:** $u(t) = U_m \cos(\omega.t + \varphi) = U_m.\cos\omega(t + \frac{\varphi}{\omega})$

**بين المنحنيين (انظر الشكل). الفرق الزمني** $\tau$ **بين الداليتين** $i(t)$ و $u(t)$ **وهو يوافق فرق الطور** $\varphi$ .

**وبقياس** $\tau$ **على شاشة راسم التذبذب يمكن تحديد القيمة المطلقة لفرق الطور** $\varphi$ .



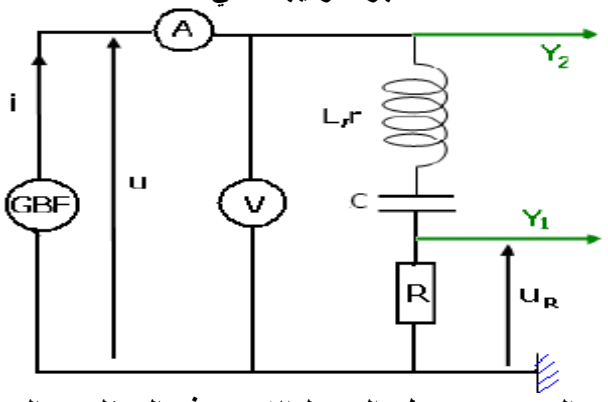

$|\varphi| = 2\pi \frac{\tau}{T}$

إذا كانت u(t) متقدمة في الطور على i(t) يكون : $\varphi > 0$ . و إذا كانت u(t) متأخرة في الطور على i(t) يكون : $\varphi < 0$

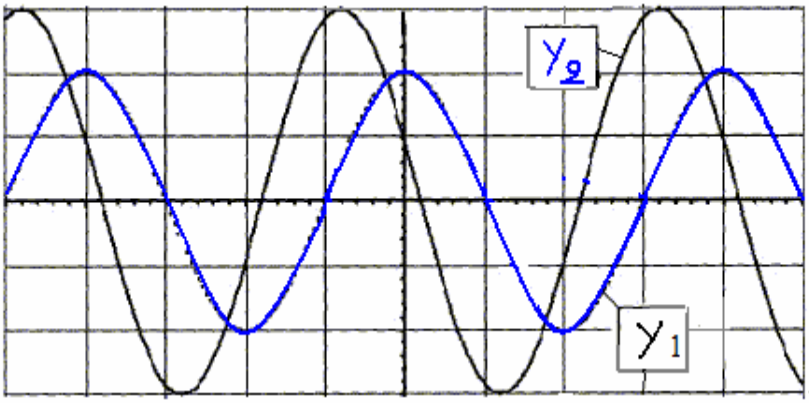
## II دراسة دارة $RLC$ متوالية في نظام جيبي وقسري

### (1 الدراسة التجريبية للدارة RLC

ننجز التركيب التالي:




نعاين على شاشة راسم التذبذب في المدخل $Y_1$ التوتر بين مربطي الموصل الاومي وفي المدخل $Y_2$ التوتر بين $u(t)$ مربطي الدارة RLC
بما أن المولد $GBF$ يجبر ا لدارة على التذبذب بتردد مساو لتردده. نحصل على تذبذبات قسرية .
نسمي المولد $GBF$ المثير. الدارة المتوالية $RLC$ الرنان ،
والشكل المحصل عليه على شاشة راسم التذبذب : باعتبار الشروط التي تكون فيها : $i = I_m \cos(\omega.t)$




$R = 100\Omega$

الحساسية الرأسية للمدخل $Y_1$ : 2V/div
الحساسية الرأسية للمدخل $Y_2$ : 1V/div
الكسح الأفقي : 1ms/div

1) ماذا يمثل كل من المنحنيين المعاينين في المدخل $Y_1$ و $Y_2$ ؟
2 ) أوجد الدور والنبض لهاتين للدالتين.
3 ) أوجد الشدة القصوية $I_m$ للتيار الكهربائي الذي يعبر الدارة.ثم أعط تعبير الشدة اللحظية للتيار الكهربائي.
4) أوجد الشدة القصوية للتوتر بين مربطي ثنائي القطب RLC.
5) أوجد القيمة المطلقة لطور التوتر بالنسبة للتيار.ثم حدد إشارته واستنتج تعبير التوتر اللحظي بين مربطي ثنائي القطب RLC

---

1) $Y_1$ تمثل التوتر بين مربطي ثنائي القطب $Y_2$ بين مربطي الموصل الأومي. و $u_R$ تمثل التوتر RLC.

.....

2) $T = 4div.1ms/div = 4ms$ والنبض: $\omega = \frac{2.\pi}{T} = \frac{2\pi}{4.10^{-3}s} = 500\pi/s$

.....

3) لدينا $I_{max} = \frac{U_{Rmax}}{R} = \frac{4}{100} = 0,04A$ $\Leftarrow U_{Rmax} = R.I_{max}$ وبما أن :: $U_{Rmax} = 2div. \times 2V/div = 4V$
ومنه : $i = 0,04\cos(500\pi.t)$

.....

4) أوجد الشدة القصوية للتوتر بين مربطي ثنائي القطب RLC : $U_m = 3div \times 1V/div = 3V$

.....

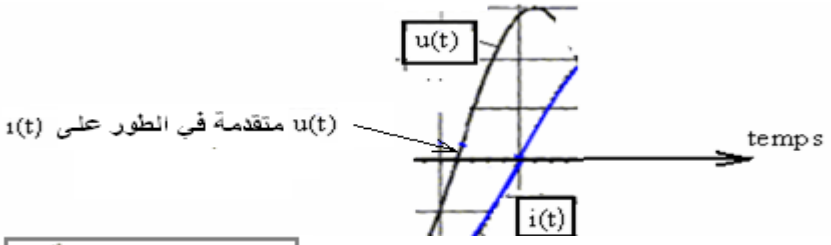
5) $u(t) = U_m \cos(\omega.t + \varphi)$ مع: $|\varphi| = 2\pi\frac{\tau}{T} = 2\pi\frac{0,8ms}{4ms} = 0,4\pi$

من خلال الوثيقة يتضح بأن $i$ متقدمة في الطور على $u_{RLC}$ ( وبما أن طور منعدم) . فإن : $\varphi > 0$ إذن : $\varphi = +0,4\pi$

ومنه : $u(t) = 3\cos(500\pi t + 0,4\pi)$

أي: $u(t) = 3\cos(1,57.10^3 t + 0,4\pi)$

**ملحوظة : الدالة المتقدمة في الطور هي التي تتقاطع مع محور الزمن قبل الأخرى عندما ننتقل في المنحى الموجب لمحور الزمن t .**

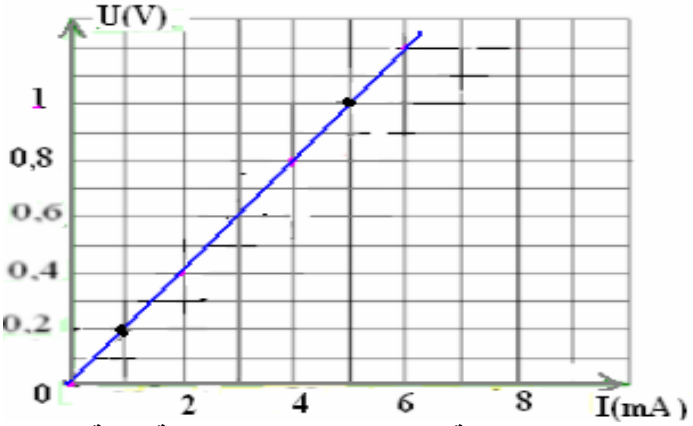



## 2)مفهوم الممانعة

نبقي التردد ثابتا ونغير التوتر الفعالU ونقيس تغيرات الشدة الفاعلة للتيار الكهربائي في الدارة .

جدول القياسات :

| U(V) | 0 | 0,4 | 0,8 | 1,2 | 1,6 |
|---|---|---|---|---|---|
| I(mA) | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 |




المنحنى الممثل لتغيرات الشدة الفعالة I للتيار الكهربائي بدلالة التوتر الفعال عبارة عن دالة خطية . $U = Z.I$ (1)

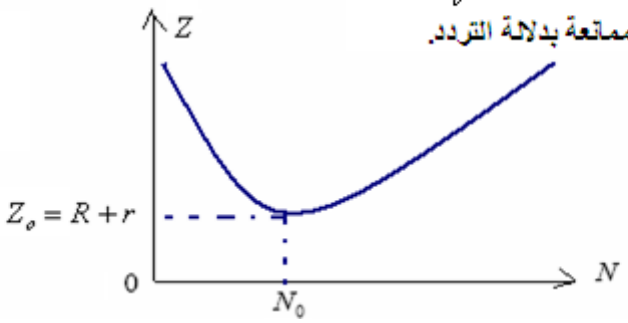
المعامل الموجه Z يمثل ممانعة الدارة ، ويعبر عن الممانعة في النظام العالمي للوحدات ب الأوم Ω .

**ملحوظة : بضرب طرفي العلاقة (1) في $\sqrt{2}$ تصبح : $U.\sqrt{2} = Z.I.\sqrt{2}$**

ومنه $Z = \frac{U}{I} = \frac{U_m}{I_m}$ نستنتج بصفة عامة أن ممانعة الدارة : $U_m = Z.I_m$ ومبيانيا : $Z = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{(1-0,2)V}{(5-1).10^{-3}A} = 200\Omega$

**ممانعة الدارة عند الرنين :** $Z = Z_o = R + r$

نعطي شكل المنحنى الممثل لتغيرات الممانعة بدلالة التردد.




**شدة التيار الفعالة عند الرنين :** $I_O = \frac{U}{R+r}$

**طور التوتر بالنسبة للتيار عند الرنين:** عند الرنين يكون التوتر اللحظي $u_{RLC}$ والشدة اللحظية للتيار المار في الدارة على توافق في الطور.

## 3) المنطقة الممررة : La bande passsate

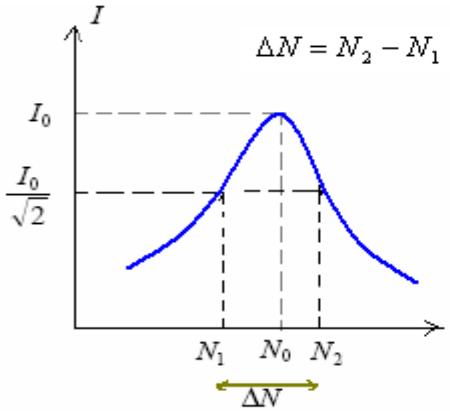
### أ) تعريف

**المنطقة الممررة لدارة RLC مجال الترددات** $[N_1, N_2]$ **بحيث تكون الشدة الفعالة للتيار** $I$ : $I \geq \frac{I_O}{\sqrt{2}}$ .

### ب)عرض المنطقة الممررة

يرمز لعرض المنطقة الممررة ب: $\Delta N$ مع : $\Delta N = N_2 - N_1$

$N_1$ و $N_2$ التردادان الموافقان ل : $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.




## 4) معامل الجودة Facteur de qualité

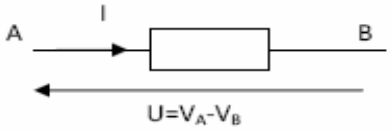
معامل الجودة $Q$ لثنائي قطب $RLC$ هو حاصل قسمة تردد الرنين وعرض المنطقة الممررة وهو مقدار بدون وحدة، $Q = \frac{N_O}{\Delta N}$ :

وهو يميز حدة الرنين ، بحيث كلما كان معامل الجودة كبيرا كلما كان الرنين حادا .
كلما كانت مقاومة الدارة صغيرة كلما كان معامل الجودة كبيرا وتكون الدارة مقرا لفرط التوتر.

# IIV القدرة في النظام المتناوب الجيبي

## 1) القدرة اللحظية

نعتبر ثنائي قطب $AB$ يمر فيه تيار كهربائي لحظي شدته $i(t) = I\sqrt{2}\cos\omega.t$ ومطبق بين مربطيه توتر لحظي $u(t) = U\sqrt{2}\cos(\omega.t + \varphi)$




القدرة الكهربائية اللحظية التي يتبادلها هذا الثنائي القطب هي: $p(t) = u(t).i(t) = 2U.I.\cos(\omega.t + \varphi).\cos\omega.t$

أي: $p(t) = 2U.I.\cos(\omega.t + \varphi).\cos\omega.t$

وبتطبيق العلاقة: $\cos a.\cos b = \frac{1}{2}[\cos(a+b) + \cos(a-b)]$ نحصل على:

$$p(t) = U.I[\cos\varphi + \cos(2\omega.t + \varphi)]$$

وهو تعبير القدرة اللحظية.

## 2) القدرة المتوسطة

المقدار $UI\cos\varphi$ يمثل القدرة المتوسطة وهي القدرة الكهربائية المكتسبة من طرف ثنائي القطب خلال الدور $T$ ، يرمز إليها ب: $P$

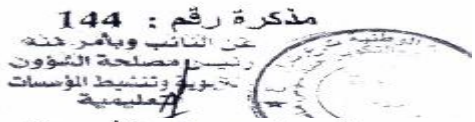
$$P = U.I.\cos\varphi$$

القدرة المتوسطة بالواط $W$

في هذه العلاقة المقدار $\cos\varphi$ يسمى معامل القدرة بينما المعامل $S = U.I$ يمثل القدرة الظاهرية.

---

Sbiro abdelkrim


مذكرة رقم : 144
عن النائب وبأمر من
رئيس مصلحة الشؤون
وتنشيط المؤسسات
التعليمية

الموضوع : في شأن برنامج مادة الفيزياء والكيمياء بالتعليم الثانوي.

سلام تام بوجود مولانا الإمام المؤيد بالله

وبعد، ففي إطار تتبع تنفيذ برنامج مادة الفيزياء والكيمياء بالتعليم الثانوي، وعملا بتوصيات التقرير البيداغوجي السنوي الأول، يشرفني إخباركم أنه تقرر، ابتداء من الموسم الدراسي الحالي 2010-2009، حذف الفقرات المبينة في الجدول التالي من برنامج الفيزياء والكيمياء بالتعليم الثانوي :

| | |
|---|---|
| الثانية بكالوريا علوم رياضية | - جيود الضوء بواسطة شبكة.<br>- الدراسة النظرية لدارة RLC متوالية في نظام جيبي و قسري (المعادلة التفاضلية للدارة وحلها — إنشاء فرينيل) |