ਅਧਿਆਇ-7

ਪ੍ਰਤੀਵਰਤੀ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ (ALTERNATING CURRENT)

7.1 ਭੂਮਿਕਾ (INTRODUCTION)

ਹੁਣ ਤੱਕ ਅਸੀਂ ਡਾਇਰੈਕਟ ਕਰੰਟ (dc) ਸੋਮੇ ਅਤੇ ਡਾਇਰੈਕਟ ਕਰੰਟ ਸੋਮਿਆਂ ਵਾਲੇ ਸਰਕਟਾਂ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਇਸ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਪਰ, ਸਮੇਂ ਨਾਲ ਬਦਲੀ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਦਾ ਮਿਲਣਾ ਇੱਕ ਆਮ ਗੱਲ ਹੈ। ਸਾਡੇ ਘਰਾਂ, ਦਫਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਪਾਈ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਮੇਨ ਬਿਜਲੀ ਸਪਲਾਈ ਇੱਕ ਅਜਿਹੀ ਵੋਲਟਤਾ ਦਾ ਸੋਮਾ ਹੈ, ਜੋ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਸਾਇਨ (Sine) ਫਲਨ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਦਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਜਿਹੀ ਵੋਲਟਤਾ ਨੂੰ ਪਰਤਵੀਂ ਵੋਲਟਤਾ (Alternating Voltage) ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇਸ ਦੇ ਵੱਲੋਂ ਪੈਦਾ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ (ac)* ਆਖਦੇ ਹਨ। ਅੱਜ ਕੱਲ ਜਿਹੜੇ ਬਿਜਲੀ ਯੰਤਰਾਂ ਦਾ ਅਸੀਂ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਲਈ ਏ.ਸੀ. ਵੋਲਟਜ਼ ਦੀ ਹੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਹੀ ਮੁੱਖ ਕਾਰਣ ਹੈ ਕਿ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਬਿਜਲੀ ਕੰਪਨੀਆਂ ਵੱਲੋਂ ਵੇਚੀ ਜਾ ਰਹੀ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਅਤੇ ਵਿਤਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। dc ਨੂੰ ac ਤੋਂ ਵੱਧ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਦਾ ਮੁੱਖ ਕਾਰਣ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ac ਵੋਲਟਤਾ ਨੂੰ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ (Transformer) ਵੱਲੋਂ ਸੌਖੇ ਅਤੇ ਵਧੀਆ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਇੱਕ ਵੋਲਟਤਾ ਤੋਂ ਦੂਜੀ ਵੋਲਟਤਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ac ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਵੀ ਦੂਜੇ ਦੇ ਮੁਕਾਬਲੇ ਘੱਟ ਖਰਚੀਲਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਸਰਕਟ ਅਜਿਹੇ ਲੱਛਣ ਦਿਖਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਰੋਜ਼ਾਨਾ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ

---

* *ac* ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ *ac* ਕਰੰਟ, ਇਹ ਵਾਕ ਅਸੰਗਤ ਅਤੇ ਗੱਲਤ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ। ਤਾਂ ਵੀ *ac* ਸਮੇਂ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਅਸਾਨ ਹਾਰਮੋਨਿਕ ਤਰੀਕੇ ਵਿੱਚ ਬਦਲੀ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਬਿਜਲੀ ਰਾਸ਼ੀ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਨ ਲਈ ਇਸਦੀ ਸਰਵ ਵਿਆਪੀ ਸਹਿਮਤੀ ਪਾ ਚੁੱਕਾ ਹੈ ਕਿ ਇਸਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਅਸੀਂ ਸਾਰੇ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ, ਸਾਧਾਰਣ ਤੌਰ ਤੇ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਸ਼ਬਦ ਵੋਲਟਤਾ ਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ ਵਿੱਚ ਪੂਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ।

NICOLA TESLA (1836 1943)

ਨਿਕੋਲਾ ਟੇਸਲਾ **Nicola Tesla** **(1836 – 1943)** ਯੂਗੋਸਲਾਵਿਆ ਦਾ ਵਿਗਿਆਨੀ, ਖੋਜਕਰਤਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤਿਭਾਸ਼ਾਲੀ ਇੰਸਾਨ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਘੁਮਾਉਣ ਦਾ ਉਸਦਾ ਵਿਚਾਰ ਹੀ ਪ੍ਰੈਕਟੀਕੱਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੱਭ ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ ਸੌਮਿਆਂ ਦਾ ਅਧਾਰ ਬਣਿਆ ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਣ ਬਿਜਲੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਯੁੱਗ ਵਿੱਚ ਦਾਖਿਲ ਹੋਇਆ ਜਾ ਸਕਿਆ। ਹੋਰ ਵਸਤੂਆਂ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ, ਪ੍ਰੇਰਣ ਮੋਟਰ, ac ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਬਹੁ ਫੇਜ਼ ਪ੍ਰਣਾਲੀ, ਰੇਡਿਉ, ਟੈਲੀਵਿਜ਼ਨ ਅਤੇ ਹੋਰ ਬਿਜਲੀ ਉਪਕਰਣਾਂ ਤੇ ਲੱਗਣ ਵਾਲੀ ਵੱਧ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਪ੍ਰੇਰਣ ਕੁੰਡਲੀ (ਟੇਸਲਾ ਕੁੰਡਲੀ ਦੀ ਕਾਢ ਵੀ ਉਨ੍ਹਾਂ ਕੀਤੀ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ SI ਮਾਤਰਕ ਦਾ ਨਾ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸਨਮਾਨ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ।

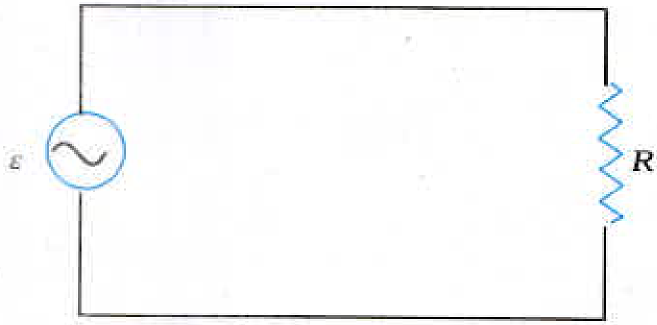
ਕੰਮ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਕਈ ਯੰਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਲਈ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਰੇਡਿਉ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਮਨਪਸੰਦ ਸਟੇਸ਼ਨ ਲਈ ਟਯੂਨ (tune) ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ac ਸਰਕਟਾਂ ਦੇ ਇੱਕ ਗੁਣ ਦਾ ਲਾਭ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਉਨ੍ਹਾਂ ਅਨੇਕ ਗੁਣਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਹੈ ਜੋ ਅਸੀਂ ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਪੜ੍ਹਾਂਗੇ।

7.2 ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਤੇ ਲੱਗੀ AC ਵੋਲਟਤਾ (AC VOLTAGE APPLIED TO A RESISTOR)

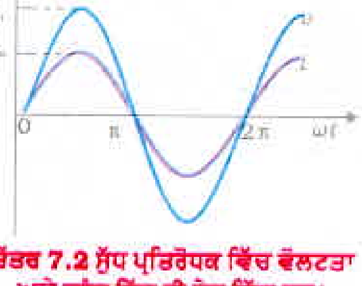
ਚਿੱਤਰ 7.1 ਵਿੱਚ ਵੋਲਟਤਾ ਸੋਮਾ ε ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ R ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਆਲੇਖ ਵਿੱਚ ac ਸੋਮੇ ਦਾ ਸੰਕੇਤ ਚਿੰਨ੍ਹ ⊝ ਹੈ। ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਅਜਿਹੇ ਸੋਮੇ ਦੀ ਗੱਲ ਕਰ ਰਹੇ ਹਾਂ ਜੋ ਆਪਣੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਾਇਨੋਸਾਈਡਲ (Sinusoidal) ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਦਲਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਇਹ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਜਿਸ ਨੂੰ ac ਵੋਲਟਤਾ ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ, ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਵੀ ਲਿਖਿਆਂ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$v = v_m \sin \omega t \tag{7.1}$$

ਜਿਥੇ v_m ਔਸੀਲੇਟਿੰਗ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਆਯਾਮ ਅਤੇ ω ਇਸ ਦੀ ਕੋਣੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 7.1 ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਤੇ ਲਗੀ AC ਵੋਲਟਤਾ



ਚਿੱਤਰ 7.2 ਸ਼ੁੱਧ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਇੱਕ ਹੀ ਫੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਹਨ। ਨਿਮਨਤਮ (minima), ਸਿਫਰ ਅਤੇ ਉਚਤੱਮ (maxima) ਇੱਕ ਹੀ ਸਮੇਂ ਦੌਰਾਨ ਬਣਦੇ ਹਨ

ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਵਿੱਚ ਵਹਿਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀ ਚਿੱਤਰ 7.1 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਸਰਕਟ ਤੇ ਕਿਰਚੋਫ (Kirchhoffs) ਦਾ ਲੂਪ ਨਿਯਮ $\sum \varepsilon(t) = 0$ ਲਾਗੂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$v_m \sin \omega t = i R$$

ਜਾਂ $$i = \frac{v_m}{R} \sin \omega t$$

ਕਿਉਂਕਿ R ਇਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ। ਅਸੀ ਇਸ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿੱਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$i = i_m \sin \omega t \tag{7.2}$$

ਇਥੇ ਕਰੰਟ ਆਯਾਮ i_m ਲਈ ਸੂਤਰ ਹੈ

$$i_m = \frac{v_m}{R} \tag{7.3}$$

ਸਮੀਕਰਣ (7.3) ਸਿਰਫ ਓਹਮ (Ohm) ਦਾ ਨਿਯਮ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ac ਅਤੇ dc

ਦੋਵਾਂ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਵੋਲਟਤਾਵਾਂ ਲਈ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਾਗੂ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (7.1) ਅਤੇ ਸਮੀਕਰਣ (7.2) ਵੱਲੋਂ ਦਿੱਤੇ ਕਿਸੇ ਸ਼ੁੱਧ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲਗਾਈ ਗਈ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ ਵਹਿਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 7.2. ਵਿੱਚ ਸਮੇਂ ਦੇ ਫਲਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਲੇਖਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਤੱਥ ਤੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ v ਅਤੇ i ਦੋਨੋ ਸਿਫ਼ਰ ਅਤੇ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਅਤੇ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਾਨਾਂ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵੇਲੇ ਹੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਨਾਲ ਸਮਾਨ ਫੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਹਨ।

ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਲਾਗੂ ਕੀਤੀ ਵੋਲਟਤਾ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਕਰੰਟ ਵੀ ਸਾਈਨੋਸੋਈਡਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਦਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੀ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਸੰਪੂਰਣ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਤਤਕਾਲੀਨ (Instantaneous) ਕਰੰਟ ਮਾਨਾ ਦਾ ਜੋੜ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਔਸਤ ਕਰੰਟ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਔਸਤ ਕਰੰਟ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ, ਇਸ ਤੱਥ ਦਾ ਮਤਲਬ ਇਹ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਵੀ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਖੇ ਨਹੀਂ ਹੋ ਰਿਹਾ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹੋ ਜੂਲ i^2R ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ i^2 (ਜੋ ਕੀ ਹਮੇਸ਼ਾ ਧਨਾਤਮਕ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਚਾਹੇ i ਧਨਾਤਮਕ ਹੋਵੇ ਜਾ ਰਿਣਾਤਮਕ) ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਨਾ ਕਿ i ਤੇ। ਇਸ ਲਈ ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਵਿੱਚੋ ac ਕਰੰਟ ਵੱਗਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਜੂਲ ਤਾਪ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਖੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕਤਾ ਦੇ ਖੇ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਤਤਕਾਲੀਨ (Instantaneous) ਸ਼ਕਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ

$$p = i^2R = i_m^2 R \sin^2 \omega t \tag{7.4}$$

ਇੱਕ ਸਮੇਂ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ p ਦਾ ਔਸਤ ਮਾਨ ਹੈ*

$$\bar{p} = < i^2R > = < i_m^2 R \sin^2 \omega t > \qquad [7.5(a)]$$

ਜਿਥੇ ਕਿਸੇ ਅੱਖਰ ਦੇ ਉੱਤੇ ਲੱਗੀ ਰੇਖਾ (ਇਥੇ p) ਉਸਦਾ ਔਸਤ ਮਾਨ ਦੱਸਦੀ ਹੈ ਅਤੇ <......> ਇਹ ਦੱਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਬਰੈਕਟ ਦੇ ਅੰਦਰ ਦੀ ਰਾਸ਼ੀ ਦਾ ਔਸਤ ਲਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ i_m^2 ਅਤੇ R ਸਥਿਰ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਹਨ।

$$\bar{p} = i_m^2 R < \sin^2 \omega t > \qquad [7.5(b)]$$

ਤਿਕੋਣਮਿਤਾਈ ਆਈਡੇਂਟੀਟੀ $\sin^2 \omega t = 1/2\ (1 \cos 2\ \omega t)$, ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ $< \sin^2 \omega t > = (1/2)\ (1 < \cos 2\ \omega t >)$ ਅਤੇ ਕਿਉਂਕਿ $< \cos 2\omega t > = 0$**, 7.4 ਇਸਲਈ

$$< \sin^2 \omega t > = \frac{1}{2}$$

ਇਸਲਈ

$$\bar{p} = \frac{1}{2} i_m^2 R \qquad [7.5(c)]$$

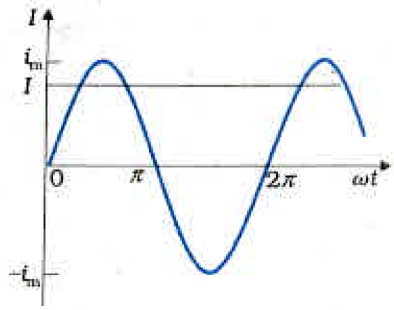
ac ਸ਼ਕਤੀ ਨੂੰ ਉਸੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੇਣ ਲਈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ dc ਸ਼ਕਤੀ ($P = I^2R$) ਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਰੰਟ ਦੇ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਮਾਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਰੂਟ ਔਸਤ ਮੂਲ (rms) ਜਾਂ ਪ੍ਰਭਾਵੀ *(effective) ਕਰੰਟ* (ਚਿੱਤਰ 7.3) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ I_{rms} ਜਾਂ I ਨਾਲ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

---

* ਕਿਸੇ ਫਲਨ $F(t)$ ਦੀ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਅੰਤਰਾਲ T ਵਿੱਚ ਔਸਤ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ ਹੈ

$$\langle F(t) \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T F(t)\,dt$$

** $$< \cos 2\omega t > = \frac{1}{T} \int_0^T \cos 2\omega t\, dt = \frac{1}{T} \left[\frac{\sin 2\omega t}{2\omega} \right]_0^T = \frac{1}{2\omega T} [\sin 2\omega T - 0] = 0$$



ਚਿੱਤਰ 7.3 rms ਕਰੰਟ I, ਸਿਖਰ ਕਰੰਟ (peak current) i_m ਦੇ ਸੂਤਰ $I = i_m / \sqrt{2} = 0.707\ i_m$.

ਇਸ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$I = \sqrt{\overline{i^2}} = \sqrt{\frac{1}{2} i_m^2} = \frac{i_m}{\sqrt{2}}$$

$$= 0.707\ i_m \tag{7.6}$$

I ਦੇ ਪਦਾ ਵਿੱਚ, ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ P ਨਾਲ ਦਿੱਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ

$$P = \overline{p} = \frac{1}{2} i_m^2 R = I^2 R \tag{7.7}$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਅਸੀਂ *rms* ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਵੋਲਟਤਾ ਨੂੰ ਦੱਸ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$V = \frac{v_m}{\sqrt{2}} = 0.707\ v_m \tag{7.8}$$

ਸਮੀਕਰਣ (7.3) ਤੋਂ, ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ

$$v_m = i_m R$$

ਜਾਂ, $\frac{v_m}{\sqrt{2}} = \frac{i_m}{\sqrt{2}} R$

ਜਾਂ, $V = IR$ (7.9)

ਸਮੀਕਰਣ (7.9) ac ਕਰੰਟ ਅਤੇ ac ਵੋਲਟਤਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸੰਬੰਧ ਦੱਸਦਾ ਹੈ ਜੋ dc ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੀ ਹੈ। ਇਹ rms ਮਾਨਾਂ ਦੀ ਧਾਰਣਾ ਦੇ ਲਾਭ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ। rms ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਪਦਾ ਵਿੱਚ, ac ਸਰਕਟਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਸਮੀਕਰਣ (7.7) ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਦਾ ਸੰਬੰਧ ਉਹੀ ਹੈ ਜੋ dc ਲਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਪਰੰਪਰਾ ਹੈ ਕਿ ac ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਨੂੰ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ rms ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਪਦਾ ਵਿੱਚ ਮਾਪਿਆ ਅਤੇ ਦੱਸਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਲਈ ਘਰੇਲੂ ਪੂਰਤੀ ਵਿੱਚ 220 V ਵੋਲਟਤਾ ਦਾ rms ਮਾਨ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਸਿਖਰ ਮਾਨ

$$v_m = \sqrt{2}\ V = (1.414)(220\ V) = 311\ V$$

ਅਸਲ ਵਿੱਚ, I ਜਾਂ rms ਕਰੰਟ ਉਸ dc ਕਰੰਟ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ ਜੋ ਉਹੀ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਨਸ਼ਟ ਕਰੇਗੀ ਜੋ ਪਰਤਵਾਂ (Alternating) ਕਰੰਟ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (7.7) ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

$P = V^2 / R = I\,V$ (ਕਿਉਂਕਿ $V = I\,R$)

ਉਦਾਹਰਨ 7.1 ਇੱਕ ਬਿਜਲੀ ਬੱਲਬ 220 V ਸਪਲਾਈ ਤੋਂ 100W ਸ਼ਕਤੀ ਦੇਣ ਲਈ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। (a) ਬਲਬ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (b) ਸੋਮੇ ਦੀ ਸਿਖਰ (peak) ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ (c) ਬਲਬ ਵਿੱਚ ਵੱਗਣ ਵਾਲਾ rms ਕਰੰਟ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ—

(a) ਦਿੱਤਾ ਹੈ $P = 100$ W ਅਤੇ $V = 220$ V। ਬਲਬ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਹੈ

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{(220\text{V})^2}{100\text{W}} = 484\Omega$$

(b) ਸੋਮੇ ਦੀ ਸਿਖਰ ਵੋਲਟਤਾ

$$v_m = \sqrt{2}V = 311\text{V}$$

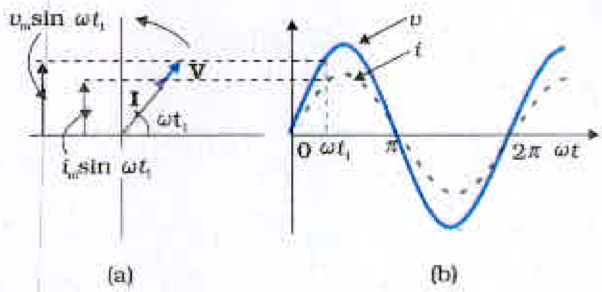
(c) ਕਿਉਂਕਿ $P = I\,V$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{100\text{W}}{220\text{V}} = 0.450\text{A}$$

ਉਦਾਹਰਨ 7.1

7.3 AC ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਨੂੰ ਘੁੰਮਦੇ ਸਦਿਸ਼ ਨਾਲ ਦਰਸਾਉਣਾ — (ਫੇਜਰਸ) (REPRESENTATION OF AC CURRENT AND VOLTAGE BY ROTATING VECTORS — PHASORS)

ਪਿਛਲੇ ਹਿੱਸੇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦੇਖਿਆ ਕਿ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਵਿੱਚ ਵਹਿਣ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ac ਵੋਲਟਤਾ ਸਮਾਨ ਫੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਇੰਡਕਟਰ, ਧਾਰਕ ਅਤੇ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਦੋਵੇ ਇਕੱਠੇ ਹੋਣ ਉਨ੍ਹਾਂ ਸਰਕਟਾਂ ਵਿੱਚ ਅਜਿਹਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਫੇਜ ਸੰਬੰਧ ਦਰਸਾਉਣ ਲਈ ਅਸੀਂ ਫੇਜਰ ਦੀ ਧਾਰਣਾ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਾਂਗੇ। ਫੇਜ਼ਰ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਨਾਲ ac ਸਰਕਟ ਦਾ ਬਿਉਰਾ ਸਰਲਤਾ ਪੂਰਵਕ ਦਿੱਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਫੇਜਰ* ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਚਿੱਤਰ 7.4 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਇਕ ਸਦਿਸ਼ ਹੈ ਜੋ ਕੀ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਆਲੇ ਦੁਆਲੇ ਕੋਣੀ ਵੇਗ ω ਨਾਲ ਘੁੰਮਦਾ ਹੈ। ਫੇਜਰ **V** ਅਤੇ **I** ਦੇ ਵਰਟਿਕੱਲ ਘੱਟਕ ਸਾਈਨੋਸੋਇਡਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਦਲਦੀਆਂ ਰਾਸ਼ੀਆਂ v ਅਤੇ i ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਫੇਜਰਸ **V** ਅਤੇ **I** ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਦੋਲਿਤ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੇ ਆਯਾਮ (amplitude) ਅਤੇ ਸਿਖਰ (peak) ਮੂਲ v_m ਅਤੇ i_m ਨਾਲ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 7.4(a) ਚਿੱਤਰ 7.1 ਦੇ ਸੰਗਤ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ac ਵੋਲਟਤਾ ਦੀ, ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ t_1 ਤੇ, ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਫੇਜਰਸ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਆਪਸੀ ਸੰਬੰਧ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਵਰਟਿਕੱਲ (Vertical) ਧੁਰੇ ਤੇ ਪ੍ਰੋਜੈਕਸ਼ਨ (projection) ਮਤਲਬ v_m



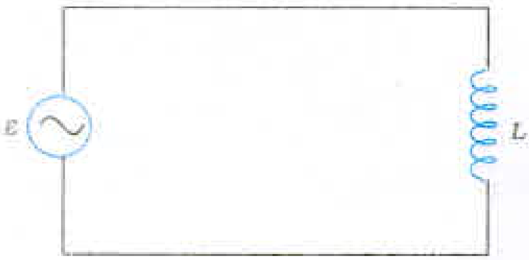
ਚਿੱਤਰ 7.4 (a) ਚਿੱਤਰ 7.1. ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਗਏ ਸਰਕਟ ਦੇ ਲਈ ਫੇਜਰ (b) v ਅਤੇ i ਦਾ ωt ਦੇ ਵਿੱਚ ਆਲੇਖ

* ਜਦੋਂਕਿ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਘੁੰਮਦੇ ਸਦਿਸ਼ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਇਹ ਸਦਿਸ਼ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਇਹ ਅਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀਆ ਹਨ। ਹੁੰਦਾ ਇਹ ਹੈ, ਕਿ ਹਾਰਮੋਨਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਦਲੀ ਹੁੰਦੇ ਅਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਫੇਜ ਅਤੇ ਆਯਾਮ ਗਣਿਤਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੁੜਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਉਸੇ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਵਾਲੇ ਘੁੰਮਦੇ ਸਦਿਸ਼ਾ ਦੀਆਂ ਪਰੋਜੈਕਸ਼ਨਾਂ (Projetion) ਹਾਰਮੋਨਿਕ (Harmonic) ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਦਲੀ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਆਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਨੂੰ, ਘੁੰਮਦੇ ਸਦਿਸ਼ਾ ਨਾਲ ਦਰਸਾਉਣ ਤੇ ਅਸੀਂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਰਾਸ਼ੀਆ ਦਾ ਜੋੜ, ਪਹਿਲੇ ਤੋਂ ਪਤਾ ਇੱਕ ਨਿਯਮ ਦੇ ਨਾਲ ਅਸਾਨੀ ਨਾਲ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

$\sin\omega t$ ਅਤੇ $i_m \sin\omega t$, ਉਸ ਸਮੇਂ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਮਾਨ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਇਹ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ω, ਨਾਲ ਘੁੰਮਦੀ ਹੈ ਚਿੱਤਰ 7.4(b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਵਕਰ ਵਰਗੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਚਿੱਤਰ 7.4(a) ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਸਮਝ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਦੇ ਲਈ ਫੇਜਰਸ **V** ਅਤੇ **I** ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਅਜਿਹਾ ਹਰ ਸਮੇਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਕਿ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਫੇਜ ਕੋਣ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

7.4 ਇੰਡਕਟਰ ਨੂੰ ਲਗਾਈ ਗਈ AC ਵੋਲਟਤਾ AC VOLTAGE APPLIED TO AN INDUCTOR



ਚਿੱਤਰ 7.5 ਇੰਡਕਟਰ ਨਾਲ ਇਕ ac ਸੋਮਾ

ਚਿੱਤਰ 7.5 ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਇੰਡਕਟਰ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਤੇ ਲਗਾ ਇੱਕ ac ਸੋਮਾ ਦਰਸਾਇਆ ਹੈ। ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਇੰਡਕਟਰ ਦੀਆਂ ਲਪੇਟਾਂ ਵਿੱਚ ਲਗੀ ਤਾਰ ਦਾ ਇੱਕ ਚੰਗਾ ਖਾਸਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਇੱਥੇ ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨਾਂਗੇ ਕਿ ਇਸ ਇੰਡਕਟਰ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਨਾਮਾਤਰ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਇਹ ਸਰਕਟ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਇੰਡਕਟਿਵ ac ਸਰਕਟ ਹੈ। ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਸੋਮੇ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟਤਾ $v = v_m \sin\omega t$ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਕਿਰਚੋਫ (Kirchhoff) ਲੂਪ ਨਿਯਮ $\sum \varepsilon(t) = 0$ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਦੇ

$$v - L\frac{di}{dt} = 0 \qquad (7.10)$$

ਇਹ ਸਮੀਕਰਣ ਦਾ ਦੂਸਰਾ ਪਦ, ਇੰਡਕਟਰ ਵਿੱਚ ਸੈਲਫ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਫੈਰਾਡੇ emf ਹੈ; ਅਤੇ L ਇੰਡਕਟਰ ਦਾ ਸੈਲਫ ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਹੈ। ਰਿਣਾਤਮ ਚਿੰਨ੍ਹ ਲੇਨਜ (Lenz) ਦੇ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਆਇਆ ਹੈ (ਅਧਿਆਇ 6)। ਸਮੀਕਰਣ (7.1) ਅਤੇ (7.10) ਨੂੰ ਜੋੜਨ ਤੇ

$$\frac{di}{dt} = \frac{v}{L} = \frac{v_m}{L}\sin\omega t \qquad (7.11)$$

ਸਮੀਕਰਣ (7.11) ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਰੰਟ $i(t)$ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਣ ਸਮੇਂ ਦਾ ਐਸਾ ਫਲਨ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਸਦਾ ਸਲੋਪ (slope) di/dt ਇਕ ਸਾਈਨੋਸੋਅਡਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਦਲਣ ਵਾਲੀ ਰਾਸ਼ੀ ਹੋਵੇ, ਜੋ ਸੋਮੇ ਦੇ ਨਾਲ ਸਮਾਨ ਫੇਜ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦੀ ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਜਿਸ ਦਾ ਆਯਾਮ v_m/L ਨਾਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਣ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ di/dt ਸਮੇਂ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਇੰਟੀਗਰੇਟ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

$$\int \frac{di}{dt}dt = \frac{v_m}{L}\int \sin(\omega t)dt$$

ਇਸ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ :

$$i = -\frac{v_m}{\omega L}\cos(\omega t) + \text{ਸਥਿਰ ਅੰਕ}$$

ਇਥੇ ਇੰਟੀਗਰੇਸ਼ਨ (ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾ, ਕਰੰਟ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀਆਂ। ਕਿਉਂਕਿ ਸੋਮੇ ਦਾ emf ਸਿਫ਼ਰ ਦੇ ਦੁਆਲੇ ਸਮਮਿਤੀ (symmetric) ਰੂਪ ਨਾਲ ਡੋਲਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਉਹ ਕਰੰਟ ਜੋ ਇਸਦੇ ਕਾਰਣ ਵੱਗਦਾ ਹੈ, ਵੀ ਸਮਮਿਤੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਨਾ ਤਾਂ ਕਰੰਟ ਦਾ ਕੋਈ ਸਥਿਰ, ਨਾ ਹੀ ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਕੋਈ ਭਾਗ (Component) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇੰਟੀਗਰੇਟ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦਾ ਮਾਨ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$-\cos(\omega t) = \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$, ਲਿਖੀਏ ਤਾਂ

$$i = i_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \tag{7.12}$$

ਇਥੇ $i_m = \frac{v_m}{\omega L}$ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ (amplitude) ਹੈ। ਰਾਸ਼ੀ ωL ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਵਰਗੀ ਹੈ ਇਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰੇਰਕਤਾ *(inductive reactance)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ X_L ਨਾਲ ਲਿਖਦੇ ਹਨ।

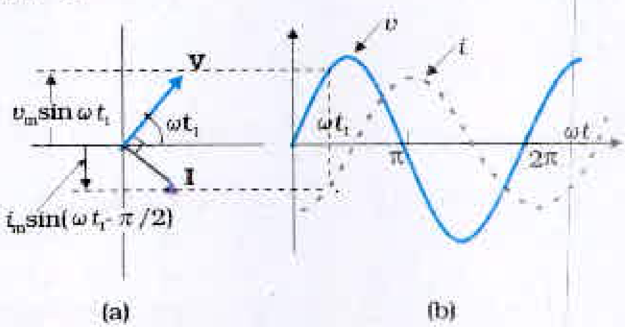
$$X_L = \omega L \tag{7.13}$$

ਇਸ ਲਈ, ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ (amplitude) ਹੈ

$$i_m = \frac{v_m}{X_L} \tag{7.14}$$

ਇੰਡਕਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾ ਉਹੀ ਹਨ ਜੋ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ SI ਮਾਤਰਕ ਔਮੇਗਾ (Omega) (Ω) ਹੈ। ਇੰਡਕਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਇੱਕ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਇੰਡਕਟਿਵ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਉਵੇਂ ਹੀ ਕੰਟਰੋਲ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਇੱਕ ਸ਼ੁੱਧ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ। ਇੰਡਕਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ, ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਸਮਾਨਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ (7.1) ਅਤੇ (7.12) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਇਹ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਰੰਟ ਵੋਲਟਤਾ ਤੋਂ $\pi/2$ ਜਾਂ (1/4) ਚੱਕਰ ਪਿੱਛੇ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 7.6 (a) ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ t_1 ਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਫੇਜ਼ਰ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਫੇਜ਼ਰ **I** ਵੋਲਟਤਾ ਫੇਜ਼ਰ **V** ਤੋਂ $\pi/2$ ਪਿੱਛੇ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ω ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨਾਲ ਉੱਲਟੇ ਪਾਸੇ ਵਿੱਚ ਘੁਮਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਤਾਂ ਇਹ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸਮੀਕਰਣ (7.1) ਅਤੇ (7.12) ਨਾਲ ਦੱਸਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 7.6(b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 7.6 (a) ਚਿੱਤਰ 7.5 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਸਰਕਟ ਦਾ ਫੇਜ਼ਰ ਆਲੇਖ
(b) v ਅਤੇ i ਦਾ ωt ਨਾਲ ਆਲੇਖ।

ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕੀ ਕਰੰਟ, ਵੋਲਟਤਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਇਕ ਚੌਥਾਈ ਪੀਰਿਅਡ $\left[\frac{T}{4} = \frac{\pi/2}{\omega}\right]$ ਦੇ ਬਾਅਦ ਆਪਣੇ ਵੱਧ ਮਾਨ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਦੇਖਿਆ ਕਿ ਇੱਕ ਇੰਡਕਟਰ ਦਾ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਟਰੋਲ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ dc ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ। ਕਿ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸ ਵਿੱਚ ਵੀ ਸ਼ਕਤੀ ਖੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ?

ਆਓ ਇਸ ਦਾ ਪਤਾ ਲਗਾਉਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰੀਏ?

$$p_L = i v = i_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \times v_m \sin(\omega t)$$

$$= -i_m v_m \cos(\omega t) \sin(\omega t)$$

$$= -\frac{i_m v_m}{2}\sin(2\omega t)$$

ਇਸ ਲਈ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ

$$P_L = \left\langle -\frac{i_m v_m}{2}\sin(2\omega t)\right\rangle$$

$$= -\frac{i_m v_m}{2}\langle\sin(2\omega t)\rangle = 0,$$

ਕਿਉਂਕਿ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ sin $(2\omega t)$ ਦਾ ਔਸਤ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਸਲਈ ਇੱਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇੰਡਕਟਰ ਨੂੰ ਸਪਲਾਈ ਕੀਤੀ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਵੀ ਸ਼ਿਫਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਚਿੱਤਰ 7.7 ਵਿੱਚ ਇਸ ਨੂੰ ਵਿਸਤਾਰ ਨਾਲ ਸਮਝਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 7.2

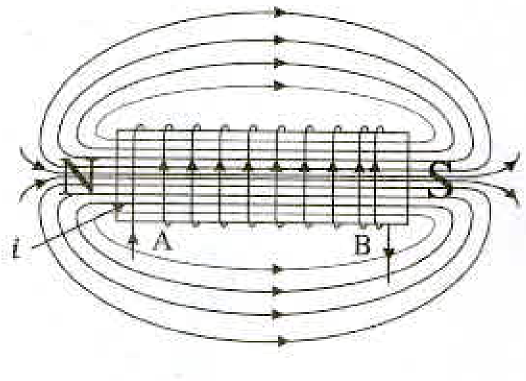
ਉਦਾਹਰਨ 7.2 25.0 mH ਦਾ ਇਕ ਸ਼ੁੱਧ ਇੰਡਕਟਰ 220 V ਦੇ ਇਕ ਸੋਮੇ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਸੋਮੇ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ 50 Hz ਹੈ ਤਾਂ ਸਰਕਟ ਦਾ ਇੰਡਕਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਅਤੇ rms ਕਰੰਟ ਪਤਾ ਕਰੋ।

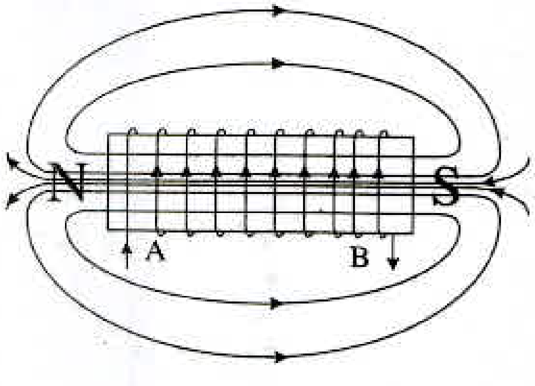
ਹੱਲ— ਇੰਡਕਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ

$$X_L = 2\pi\nu L = 2\times 3.14\times 50\times 25\times 10^{-3}\ \mathrm{W}$$
$$= 7.85\Omega$$

ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ rms ਕਰੰਟ

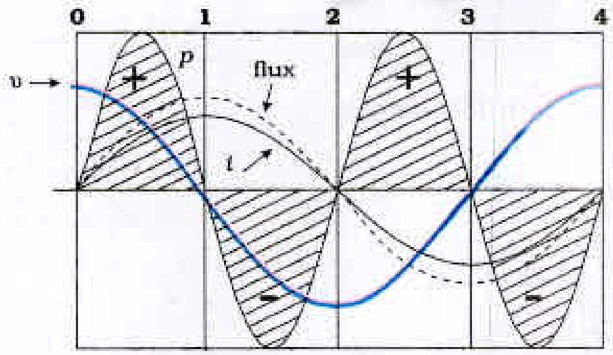
$$I = \frac{V}{X_L} = \frac{220\ \mathrm{V}}{7.85\Omega} = 28\mathrm{A}$$



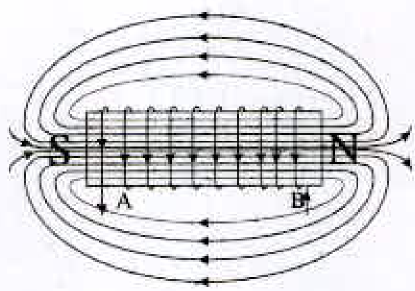


0-1 ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਵਹਿਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ i, ਜੋ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਬਿੰਦੂ A ਤੋਂ ਅੰਦਰ ਆਉਂਦਾ ਹੈ, ਜ਼ਿਫਰ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਾਨ ਤੱਕ ਵੱਧਦਾ ਹੈ। ਫਲਕਸ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਥਾਪਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਭਾਵ ਕੋਰ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਧਰੁਵ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਲਈ, ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੋਵੇ ਹੀ ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਇਸਲਈ ਇਸਦਾ ਗੁਣਨਫਲ p ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੋਮੇ ਵਿੱਚੋਂ ਊਰਜਾ ਸੋਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ

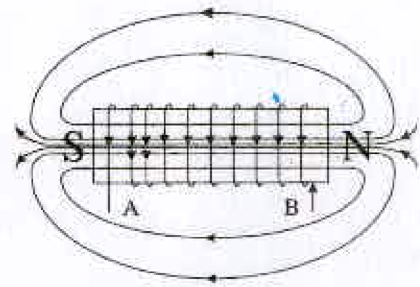
1-2 ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਵਹਿਣ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ ਹਾਲੇ ਵੀ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ ਪਰ ਘੱਟ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਅੱਧੇ ਚੱਕਰ ਦੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਕੋਰ ਵਿਚੋਂ ਚੁੰਬਕਤਾ ਖਤਮ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਵੋਲਟਤਾ v ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ (ਕਿਉਂਕਿ di/dt ਦਾ ਮਾਨ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ) ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਗੁਣਨਫਲ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਸੋਮੇ ਨੂੰ ਵਾਪਿਸ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।



ਵੋਲਟਤਾ/ਕਰੰਟ ਦਾ ਇੱਕ ਪੂਰਾ ਚੱਕਰ ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਕਰੰਟ ਵੋਲਟਤਾ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਹੈ।



2-3 ਕਰੰਟ । ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਭਾਵ ਇਹ ਬਿੰਦੂ B ਵਿੱਚ ਅੰਦਰ ਆ ਕੇ A ਵਿੱਚੋਂ ਬਾਹਰ ਆਉਂਦੀ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਬਦਲ ਗਈ ਹੈ, ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਧਰੁਵ ਬਦਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਦੋਵੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹਨ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਗੁਣਨਫਲ p ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ। ਊਰਜਾ ਸੋਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।



3-4 ਕਰੰਟ । ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ 4 ਤੇ ਕਰੰਟ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। 4 ਤੇ ਕੋਰ ਦੀ ਚੁੰਬਕਤਾ ਖ਼ਤਮ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਵੋਲਟਤਾ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਸ਼ਕਤੀ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ। ਜੋ ਊਰਜਾ 2-3 ਚੌਥਾਈ ਚੱਕਰ ਦੇ ਦੌਰਾਨ ਸੋਖੀ ਹੋਈ ਸੀ, ਊਰਜਾ ਸੋਮੇ ਨੂੰ ਵਾਪਸ ਦੇ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

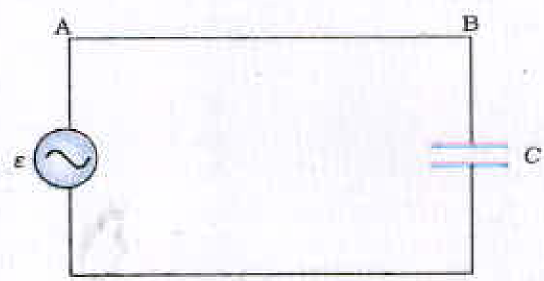
ਚਿੱਤਰ 7.7

7.5 ਧਾਰਕ ਤੇ ਅਪਲਾਈ ਕੀਤੀ AC ਵੋਲਟਤਾ

(AC Voltage Applied to a Capacitor)

ਚਿੱਤਰ 7.8 ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਧਾਰਕ ਨੂੰ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕੇਵਲ ਇੱਕ ਧਾਰਕ ਅਜਿਹੇ ac ਸੋਮੇ ε ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੈ ਜੋ ਵੋਲਟਤਾ $v = v_m \sin \omega t$ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

ਜਦੋਂ dc ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟਤਾ ਸੋਮੇ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਧਾਰਕ ਨੂੰ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ, ਉਸ ਘੱਟ ਸਮੇਂ ਲਈ ਵਹਿੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਧਾਰਕ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਤੇ ਇਕੱਠਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਵੱਧਦਾ ਹੈ, ਜੋ ਕਰੰਟ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ। ਮਤਲਬ dc ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਧਾਰਕ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਹ ਸਰਕਟ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਸੀਮਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਮਤਲਬ ਉਸ ਦੇ ਵੱਗਣ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਧਾਰਕ ਪੂਰਾ ਚਾਰਜ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਘੱਟ ਕੇ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 7.8 ਇੱਕ ਧਾਰਕ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਵੋਲਟਤਾ

ਜਦੋਂ ਧਾਰਕ ਨੂੰ ac ਸੋਮੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚਿੱਤਰ 7.8 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਕੰਟਰੋਲ ਤਾਂ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਚਾਰਜ ਦੇ ਵੱਗਣ ਨੂੰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰੋਕਦਾ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਕਰੰਟ ਹਰੇਕ ਅਰਧ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਉਲਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਧਾਰਕ ਵੀ ਅਲਟਰਨੇਟਿਵ (alternatively) ਚਾਰਜ ਜਾਂ ਅਨਚਾਰਜ (Uncharge) ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ t ਤੇ ਧਾਰਕ ਤੇ ਚਾਰਜ q ਹੈ। ਤਾਂ ਧਾਰਕ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਤਤਕਾਲੀਨ ਵੋਲਟਤਾ ਹੈ

$$v = \frac{q}{C} \tag{7.15}$$

ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਲੂਪ ਦੇ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ, ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਧਾਰਕ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟਤਾਵਾਂ ਸਮਾਨ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ :

$$v_m \sin\omega t = \frac{q}{C}$$

ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਸੰਬੰਧ $i = \frac{dq}{dt}$ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$i = \frac{d}{dt}(v_m C \sin\omega t) = \omega C v_m \cos(\omega t)$$

ਸੰਬੰਧ $\cos(\omega t) = \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$, ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ

$$i = i_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \tag{7.16}$$

ਇੱਥੇ ਔਸੀਲੇਟਿੰਗ (Oscillating) ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ $i_m = \omega C v_m$ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਅਸੀਂ

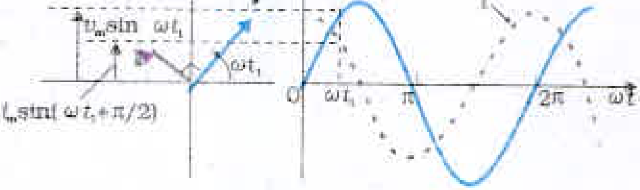
$$i_m = \frac{v_m}{(1/\omega C)}$$

ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖੀਏ ਅਤੇ ਸ਼ੁੱਧ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੂਤਰ $i_m = v_m/R$ ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ ਕਿ $(1/\omega C)$ ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਵਰਗੀ ਹੈ ਇਸ ਨੂੰ ਧਾਰਕ ਰਿਐਕਟੇਂਸ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ X_c ਨਾਲ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।

$$X_c = 1/\omega C \tag{7.17}$$

ਇਸਲਈ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਹੈ

$$i_m = \frac{v_m}{X_C} \tag{7.18}$$



ਚਿੱਤਰ 7.9 (a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਸਰਕਟ ਦਾ ਫੇਜਰ ਆਲੇਖ (b) v ਅਤੇ i ਦਾ ਸਮੇਂ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਗਰਾਫ

ਕਪੇਸਟਿਵ ਰਿਐਕਟੇਂਸ (Capacitive reactance) ਦੀਆਂ ਵਿਮਾ ਉਹੀ ਹਨ ਜੋ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ SI ਮਾਤਰਕ ਓਮ (Ω) ਹੈ। ਕਪੇਸਟਿਵ ਰਿਐਕਟੇਂਸ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸ਼ੁੱਧ ਕਪੇਸਟਿਵ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਕੰਟਰੋਲ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਸ਼ੁੱਧ ਰਿਜਿਸਟਿਵ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ। ਪ੍ਰੰਤੂ ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਅਤੇ ਧਾਰਕਤਾ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ (7.16) ਦੀ ਸ੍ਰੋਤ ਵੋਲਟਤਾ ਦੀ ਸਮੀਕਰਣ (7.1) ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕੀ ਕਰੰਟ, ਵੋਲਟਤਾ ਤੋਂ $\pi/2$ ਅਗਾਂਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 7.9(a) ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ t_1 ਤੇ ਫੇਜਰ **V** ਤੋਂ $\pi/2$ ਕੋਣ ਅਗਾਂਹ ਹੈ ਜਦੋਂ ਉਹ ਘੜੀ ਦੀ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 7.9(b) ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਬਦਲਾਵ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਰੰਟ, ਵੋਲਟਤਾ ਦੀ

ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਚੋਥਾਈ ਟਾਈਮ ਪੀਰੀਅਡ ਤੋਂ ਪਹਿਲੇ ਵੱਧ ਮਾਨ ਹਾਸਲ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਧਾਰਕ ਨੂੰ ਸਪਲਾਈ ਕੀਤੀ ਇੰਸਟੇਨਟੇਨਿਅਸ ਸ਼ਕਤੀ

$$p_c = i\,v = i_m \cos(\omega t) v_m \sin(\omega t)$$
$$= i_m v_m \cos(\omega t)\sin(\omega t)$$
$$\frac{i_m v_m}{2}\sin(2\omega t) \qquad (7.19)$$

ਇਸ ਲਈ ਧਾਰਕ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ

$$P_C = \left\langle \frac{i_m v_m}{2}\sin(2\omega t)\right\rangle = \frac{i_m v_m}{2}\langle \sin(2\omega t)\rangle = 0$$

ਕਿਉਂਕਿ ਇੱਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਤੇ $<\sin(2\omega t)> = 0$ ਚਿੱਤਰ 7.10 ਇਸਦੀ ਵਿਸਤਾਰ ਨਾਲ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਇੰਡਕਟਰ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਵੋਲਟਤਾ, ਤੋਂ $\pi/2$ ਕੋਣ ਪਿੱਛੇ ਅਤੇ ਧਾਰਕ ਦੇ ਕੇਸ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ, ਵੋਲਟਤਾ ਤੋਂ $\pi/2$ ਕੋਣ ਅਗਾਂਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 7.3 ਇੱਕ ਲੈਂਪ ਕਿਸੇ ਧਾਰਕ ਦੇ ਨਾਲ ਲੜੀਬੱਧ ਜੁੜਿਆ ਹੈ। dc ਅਤੇ ac ਕਨੇਕਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਆਪਣੇ ਪ੍ਰੇਖਣਾ ਦਾ ਅੰਦਾਜ਼ਾ ਲਗਾਉ। ਹਰੇਕ ਕੇਸ ਵਿੱਚ ਦੱਸੋ ਕੀ ਧਾਰਕ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ ਘੱਟ ਕਰਨ ਦਾ ਕੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੋਵੇਗਾ?

ਹੱਲ— ਜਦੋਂ ਧਾਰਕ ਦੇ ਨਾਲ ਕਿਸੇ dc ਸ੍ਰੋਤ ਨੂੰ ਜੋੜਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਧਾਰਕ ਚਾਰਜ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਪੂਰਨ ਚਾਰਜ ਦੇ ਬਾਅਦ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਵੱਗਦਾ ਅਤੇ ਲੈਂਪ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸ ਮਾਮਲੇ ਵਿੱਚ C ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਰਨ ਤੇ ਕੋਈ ਬਦਲਾਵ ਨਹੀਂ ਆਵੇਗਾ। ac ਸ੍ਰੋਤ ਦੇ ਨਾਲ ਧਾਰਕ $(1/\omega C)$ ਕਪੇਸਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਲਗਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਵੱਗਦਾ ਹੈ। ਨਤੀਜਤਨ ਲੈਂਪ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇਵੇਗਾ। C ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਰਨ ਤੇ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਵੱਧੇਗਾ ਅਤੇ ਲੈਂਪ ਪਹਿਲੇ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਰੇਗਾ।

ਉਦਾਹਰਨ 7.3

ਉਦਾਹਰਨ 7.4 15.0 μF ਦਾ ਇੱਕ ਧਾਰਕ 220 V, 50 Hz ਸ੍ਰੋਤ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਦਾ ਕਪੇਸਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ ਵੱਗਣ ਵਾਲੀ (rms ਅਤੇ ਸਿੱਖਰ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਜੇਕਰ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨੂੰ ਦੁੱਗਣਾ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕਪੇਸਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਮਾਨ ਤੇ ਕੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੋਵੇਗਾ?

ਹੱਲ— ਕਪੇਸਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਹੈ,

$$X_C = \frac{1}{2\pi\nu C} = \frac{1}{2\pi(50\text{Hz})(15.0\times10^{-6}\text{F})} = 212\,\Omega$$

rms ਕਰੰਟ ਹੈ

$$I = \frac{V}{X_C} = \frac{220\text{ V}}{212\ \Omega} = 1.04\text{ A}$$

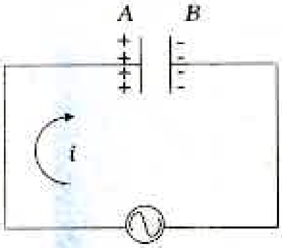
ਸਿਖਰ ਕਰੰਟ ਹੈ

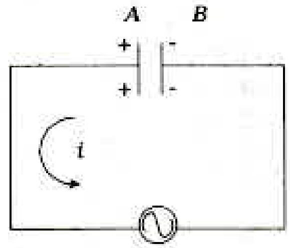
$$i_m = \sqrt{2}I = (1.41)(1.04\,A) = 1.47A$$

ਇਹ ਕਰੰਟ +1.47A ਅਤੇ −1.47 A ਦੇ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਤੋਂ $\pi/2$ ਕੋਣ ਅਗਾਂਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਜੇਕਰ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੁਗਣੀ ਹੋ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕਪੇਸਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਅੱਧਾ ਰਹਿ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਨਤੀਜਤਨ ਕਰੰਟ ਦੁਗਨਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

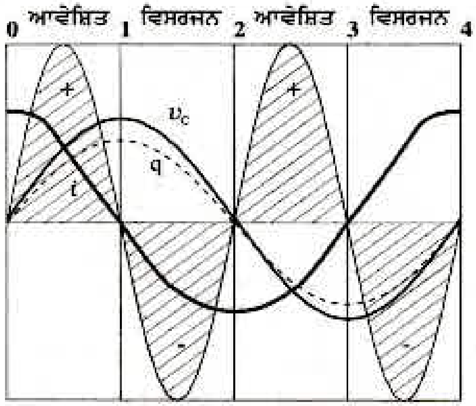
ਉਦਾਹਰਨ 7.4



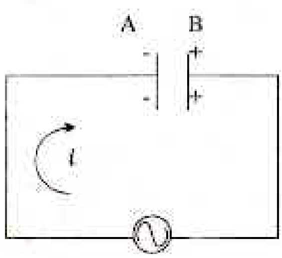


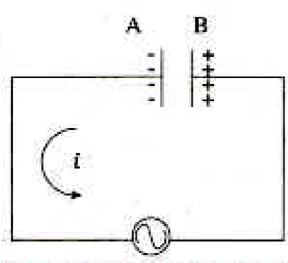
0-1 ਕਰੰਟ i ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਵੱਗਦਾ ਹੈ ਅਤੇ 0 ਤੇ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਾਨ ਤੋਂ 1 ਤੇ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਲੇਟ A ਤੇ ਧਨ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦਕਿ ਪਲੇਟ B ਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ q ਵੱਧਦਾ ਹੈ ਜੋ 1 ਤੋਂ ਸੈਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿੱਥੇ ਕਰੰਟ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਵੋਲਟਤਾ $v_c = q/C$ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਨਾਲ ਸਮਾਨ ਫੇਜ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ 1 ਤੇ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਦੋਵੇ ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸਲਈ $p = v_c i$ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ। ਇੱਕ ਚੌਥਾਈ ਵਿੱਚ ਜਦੋਂ-ਜੱਦੋਂ ਧਾਰਕ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ; ਇਹ ਸੋਮੇ ਤੋਂ ਚਾਰਜ ਸੋਖਦਾ ਹੈ।

1-2 ਕਰੰਟ i ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਉਲਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਕੱਠਾ ਹੋਇਆ ਚਾਰਜ ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਮਤਲਬ ਧਾਰਕ ਇੱਕ ਚੌਥਾਈ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਛੱਡ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਵੋਲਟਤਾ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਪਰ ਧਨਾਤਮਕ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਸ਼ਕਤੀ ਜੋ ਇਸਦਾ ਗੁਣਨਫਲ ਹੈ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। 0–1 ਚੌਥਾਈ ਵਿੱਚ ਸੋਖੀ ਊਰਜਾ ਇੱਕ ਚੌਥਾਈ ਵਿੱਚ ਵਾਪਸ ਮਿਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।



ਵੋਲਟਤਾ/ਕਰੰਟ/ਚਾਰਜ/ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਇੱਕ ਪੂਰਾ ਚੱਕਰ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਕਰੰਟ ਵੋਲਟਤਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਅਗਾਂਹ ਹੈ।





2-3 ਕਿਉਂਕਿ ਕਰੰਟ i A ਤੋਂ B ਦੇ ਵੱਲ ਵਹਿੰਦਾ ਹੈ, ਧਾਰਕ ਉਲਟ ਧਰੁਵਤਾ ਦੇ ਨਾਲ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਭਾਵ ਪਲੇਟ B ਤੇ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਪਲੇਟ A ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਲੱਗਦਾ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਗੁਣਨਫਲ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ। ਇਸ ਚੌਥਾਈ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਧਾਰਕ ਊਰਜਾ ਸੋਖਦਾ ਹੈ।

3-4 ਛਿਣ 3 ਤੇ ਕਰੰਟ i ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਉਲਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ B ਤੋਂ A ਵੱਲ ਵਹਿਣ ਲੱਗ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਕੱਠਾ ਹੋਇਆ ਚਾਰਜ ਖ਼ਤਮ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ v_c ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ 4 ਤੇ ਧਾਰਕ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚਾਰਜ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ v_c ਦਾ ਮਾਨ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸ਼ਕਤੀ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ **2-3** ਵਿੱਚ ਸੋਖੀ ਊਰਜਾ ਸੋਮੇ ਨੂੰ ਵਾਪਸ ਦੇ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕੁਲ ਸੋਖੀ ਊਰਜਾ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 7.10

ਉਦਾਹਰਨ 7.5 ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬੱਲਬ ਅਤੇ ਇਕ ਸਰਲ ਕੁੰਡਲੀ ਇੰਡਕਟਰ, ਇੱਕ ਕੁੰਜੀ ਸਹਿਤ, ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ, ਇੱਕ ac ਸੋਮੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਸਵਿਚ ਨੂੰ ਬੰਦ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁੱਝ ਸਮੇਂ ਬਾਅਦ ਇੱਕ ਲੋਹੇ ਦੀ ਛੜ ਇੰਡਕਟਰ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਵਾਈ ਗਈ। ਛੜ ਨੂੰ ਅੰਦਰ ਕਰਾਉਂਦੇ ਸਮੇਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਲਬ ਦੀ ਚਮਕ

ਚਿੱਤਰ 7.11

(a) ਵੱਧਦੀ ਹੈ (b) ਘੱਟਦੀ ਹੈ (c) ਬਦਲੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਕਾਰਨ ਨਾਲ ਜਵਾਬ ਦਿਓ।

ਹੱਲ— ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਲੋਹੇ ਦੀ ਛੜ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਅੰਦਰ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਇੱਸ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਨਾਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਇੰਡਕਟੇਂਸ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਨਤੀਜਤਨ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਇੰਡਕਟਿਵ ਇੰਡਕਟੇਂਸ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸਤੇਮਾਲ ac ਵੋਲਟਤਾ ਦਾ ਜ਼ਿਆਦਾ ਭਾਗ ਇੰਡਕਟਰ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਬਲਬ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟਤਾ ਘੱਟ ਰਹਿ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਇਸਲਈ ਬਲਬ ਦੀ ਚਮਕ ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

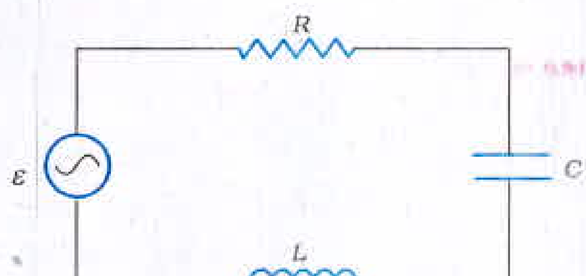
ਉਦਾਹਰਨ 7.5

7.6 ਲੜੀਬੱਧ LCR ਸਰਕਟ ਤੇ ਅਪਲਾਈ AC ਵੋਲਟਤਾ
AC Voltage Applied to a Series LCR Circuit

ਚਿੱਤਰ 7.12, ac ਸੋਮੇ ε ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਲੜੀਵਾਰ LCR ਸਰਕਟ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਪਹਿਲੇ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ac ਸੋਮੇ ਦੀ ਵੋਲਟਤਾ $v = v_m \sin \omega t$ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ।

ਜੇਕਰ ਧਾਰਕ ਤੇ ਚਾਰਜ q ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ t ਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵਹਿੰਦਾ ਕਰੰਟ i ਹੈ ਤਾਂ ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਲੂਪ ਨਿਯਮ ਤੋਂ

$$L\frac{di}{dt} + iR + \frac{q}{C} = v \tag{7.20}$$



ਚਿੱਤਰ 7.12 ਕਿਸੇ ac ਸੋਮੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆਂ ਲੜੀਵਾਰ LCR ਸਰਕਟ

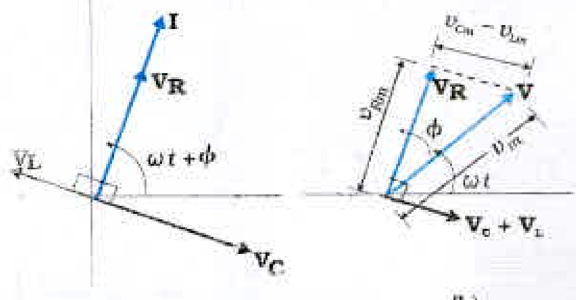
ਅਸੀਂ ਤਤਕਾਲੀਨ (Instantaneous) ਕਰੰਟ i ਅਤੇ ਇਸਤੇਮਾਲ ਵੋਲਟਤਾ v ਦੇ ਨਾਲ ਇਸਦਾ ਫੇਜ ਸੰਬੰਧ ਪਤਾ ਕਰਨਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ। ਅਸੀਂ ਇਸ ਮੁਸ਼ਕਲ ਦਾ ਹੱਲ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਦੋ ਤਰੀਕਿਆਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਾਂਗੇ। ਪਹਿਲਾ ਤਰੀਕਾ ਅਸੀਂ ਫੇਜਰ ਤਕਨੀਕ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਾਂਗੇ, ਦੂਜਾ ਤਰੀਕਾ ਅਸੀਂ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੱਲ ਕਰਕੇ i ਦੀ ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਾਂਗੇ।

7.6.1 ਫੇਜ਼ਰ ਆਲੇਖ ਰਾਹੀਂ ਹੱਲ (Phasor-Diagram Solution)

ਚਿੱਤਰ 7.12 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ, ਇੰਡਕਟਰ ਅਤੇ ਧਾਰਕ ਲੜੀਵਾਰ ਜੁੜੇ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਤੇ ਸਰਕਟ ਦੇ ਹਰ ਘਟਕ ਵਿੱਚ ac ਕਰੰਟ, ਉਸਦੇ ਆਯਾਮ (Amplitude) ਅਤੇ ਫੇਜ਼ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਉ ਕੀ

$$i = i_m \sin(\omega t+\phi) \tag{7.21}$$

ਇਥੇ ϕ ਸੋਮੇ ਦੀ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵਹਿਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਫੇਜ਼ ਅੰਤਰ ਹੈ। ਪਿਛਲੇ ਹਿੱਸਿਆਂ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਜੋ ਸਿੱਖਿਆ ਉਸਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਅਸੀਂ ਇਥੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਇੱਕ ਫੇਜ਼ਰ ਆਲੇਖ ਬਣਾਵਾਂਗੇ।



(a) (b)

ਚਿੱਤਰ 7.13 (a) ਫੇਜ਼ਰ $\mathbf{V}_L$, $\mathbf{V}_R$, $\mathbf{V}_C$, ਅਤੇ I ਦੇ ਵਿੱਚ ਪਰਸਪਰਿਕ ਸੰਬੰਧ (b) ਫੇਜ਼ਰ $\mathbf{V}_L$, $\mathbf{V}_R$, ਅਤੇ $(\mathbf{V}_L + \mathbf{V}_C)$ ਦੇ ਵਿੱਚ 7.11 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਸਰਕਟ ਲਈ ਸੰਬੰਧ

ਮੰਨ ਲਓ ਸਮੀਕਰਣ (7.21) ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਸਰਕਟ ਦੇ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਫੇਜ਼ਰ **I** ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਇੰਡਕਟਰ, ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ, ਧਾਰਕ ਅਤੇ ਸੋਮੇ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਵੋਲਟਤਾ ਨੂੰ $\mathbf{V}_L$, $\mathbf{V}_R$, $\mathbf{V}_C$ ਅਤੇ **V** ਨਾਲ ਲਿਖਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਪਿਛਲੇ ਭਾਗ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $\mathbf{V}_R$, **I** ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ, $\mathbf{V}_C$ ਕਰੰਟ **I** ਤੋਂ $\pi/2$ ਰੇਡਿਅਨ ਪਿੱਛੇ ਹੈ ਅਤੇ $\mathbf{V}_L$, **I** ਤੋਂ $\pi/2$ ਰੇਡਿਅਨ ਅੱਗੇ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 7.13(a) ਵਿੱਚ $\mathbf{V}_L$, $\mathbf{V}_R$, $\mathbf{V}_C$ ਅਤੇ **I** ਨੂੰ ਸਾਰੇ ਫੇਜ ਸੰਬੰਧਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਇਨ੍ਹਾਂ ਫੇਜ਼ਰਸ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਮਤਲਬ $\mathbf{V}_R$, $\mathbf{V}_C$ ਅਤੇ $\mathbf{V}_L$ ਦਾ ਆਯਾਮ (amplitude) ਹੈ :

$$v_{Rm} = i_m R,\ v_{Cm} = i_m X_C,\ v_{Lm} = i_m X_L \qquad (7.22)$$

ਸਰਕਟ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਣ (7.20) ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

$$v_L + v_R + v_C = v \qquad (7.23)$$

ਉਹ ਫੇਜ਼ਰ ਸੰਬੰਧ ਜਿਸਦੇ ਲੰਬਕਾਰੀ (Vertical) ਘੱਟਕਾ ਵੱਲੋਂ ਉੱਤੇ ਦਿੱਤਾ ਸਮੀਕਰਣ ਬਣਦਾ ਹੈ, ਉਹ ਹੈ

$$\mathbf{V}_L + \mathbf{V}_R + \mathbf{V}_C = \mathbf{V} \qquad (7.24)$$

ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 7.13(b) ਵਿੱਚ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ $\mathbf{V}_C$ ਅਤੇ $\mathbf{V}_L$ ਹਮੇਸ਼ਾ ਇੱਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾਵਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਇਕੱਲੇ ਫੇਜ਼ਰ $(\mathbf{V}_C + \mathbf{V}_L)$ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠੇ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜਿਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $|v_{Cm} - v_{Lm}|$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ **V** ਉਸ ਸਮਕੋਣ ਤ੍ਰਿਭੁਜ ਦੇ ਕਰਨ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਦੀਆਂ ਭੁਜਾਵਾਂ $\mathbf{V}_R$ ਅਤੇ $(\mathbf{V}_C + \mathbf{V}_L)$ ਹਨ, ਪਾਈਥਾਗੋਰਸ (Pythagoras) ਥਿਊਰਮ ਵੱਲੋ

$$v_m^2 = v_{Rm}^2 + \left(v_{Cm} - v_{Lm}\right)^2$$

ਸਮੀਕਰਣ (7.22) ਤੋਂ, v_{Rm}, v_{Cm}, ਅਤੇ v_{Lm} ਦੇ ਮਾਨ ਹਰੇਕ ਸਮੀਕਰਣ ਵਿੱਚ ਰੱਖਣ ਤੇ

$$v_m^2 = (i_m R)^2 + (i_m X_C - i_m X_L)^2$$

$$= i_m^2\left[R^2 + (X_C - X_L)^2\right]$$

ਅਤੇ

$$i_m = \frac{v_m}{\sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}} \qquad [7.25(a)]$$

ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਵਾਂਗ ਅਸੀਂ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤਿਬਾਧਾ (Impedance) Z ਨੂੰ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਵਾਂਗੇ ਤਾਂ

$$i_m = \frac{v_m}{Z} \qquad [7.25(b)]$$

ਇੱਥੇ $Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2} \qquad (7.26)$

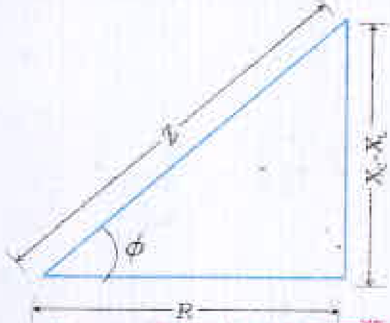
ਕਿਉਂਕਿ ਫੇਜ਼ਰ **I** ਹਮੇਸ਼ਾ ਫੇਜ਼ਰ $\mathbf{V}_R$ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਫੇਜ ਕੋਣ ϕ, $\mathbf{V}_R$ ਅਤੇ **V** ਦੇ ਵਿੱਚ ਬਣਿਆ ਕੋਣ ਹੈ ਅਤੇ ਚਿੱਤਰ 7.14 ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

$$\tan\phi = \frac{v_{Cm} - v_{Lm}}{v_{Rm}}$$

ਸਮੀਕਰਣ (7.22) ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ,

$$\tan\phi = \frac{X_C - X_L}{R} \qquad (7.27)$$

ਸਮੀਕਰਣ (7.26) ਅਤੇ (7.27) ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ (7.14) ਵਿੱਚ ਆਲੇਖਿਤ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਤਿਬਾਧਾ (Impedance) ਆਲੇਖ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇੱਕ ਸਮਕੋਣ ਤ੍ਰਿਭੁਜ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਕਰਨ Z ਹੈ।



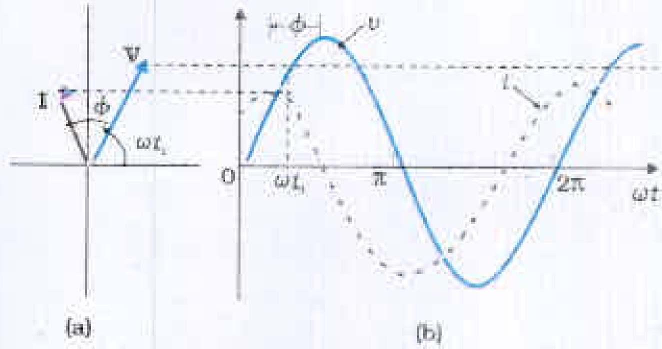
ਚਿੱਤਰ 7.14 ਇਮਪੀਡੇਂਸ ਆਲੇਖ

ਸਮੀਕਰਣ 7.25(a) ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਦੱਸਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸਮੀਕਰਣ (7.27) ਤੋਂ ਫੇਜ਼ ਕੋਣ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਮਿਲਕੇ ਸਮੀਕਰਣ (7.21) ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅੱਕਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਜੇਕਰ $X_C > X_L$, ϕ ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਕਪੈਸਟਿਵ (Capacitive) ਹੈ। ਨਤੀਜਤਨ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਸੋਮਾ ਵੋਲਟਤਾ ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਹੋਵੇਗਾ। ਜੇਕਰ $X_C < X_L$, ϕ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਇੰਡਕਟਿਵ (Inductive) ਹੈ। ਨਤੀਜਤਨ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਸੋਮਾ ਵੋਲਟਤਾ ਤੋਂ ਪਿੱਛੇ ਹੋਵੇਗਾ।

ਚਿੱਤਰ 7.15 $X_C > X_L$ ਦੇ ਲਈ ਫੇਜ਼ ਆਲੇਖ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ωt ਦੇ ਨਾਲ v ਅਤੇ i ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਬਦਲਾਵ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਫੇਜ਼ਰ ਤਕਨੀਕ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ, ਅਸੀਂ ਲੜੀਵਾਰ LCR ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਅਤੇ ਫੇਜ਼ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਪਰ ac ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਘੋਖਣ ਦਾ ਇਹ ਤਰੀਕਾ ਕਈ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਖਾਮੀਆਂ ਨਾਲ ਭਰਿਆ ਹੈ। ਪਹਿਲਾ ਫੇਜ਼ਰ ਆਲੇਖ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਹਾਲਤ ਬਾਰੇ ਕੁੱਝ ਨਹੀਂ ਕਹਿੰਦਾ। t ਦੇ ਕਿਸੇ ਇਖਤਿਆਰੀ ਮੂਲ ਨੂੰ ਲੈ ਕੇ (ਮੰਨ ਲਓ t_1, ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲੇ ਕੀਤਾ ਹੈ) ਵੱਖ ਵੱਖ ਫੇਜ਼ਰ ਖਿੱਚੋ ਜੋ ਕੀ ਇਹਨਾਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਫੇਜ਼ਰਾ ਵਿੱਚ ਸਾਪੇਖੀ ਕੋਣ ਦਿਖਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਪਤਾ ਕੀਤੇ ਹਲ ਨੂੰ ਸਥਾਈ ਅਵਸਥਾ ਹਲ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਕੋਈ ਵਿਆਪਕ ਹੱਲ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਨਾਲ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਚਲਣਹਾਰ ਹਲ ਵੀ ਹੈ ਜੋ ਕੀ $v = 0$ ਲਈ ਵੀ ਹੈ। ਵਿਆਪਕ ਹਲ ਚਲਣਹਾਰ ਹੱਲ ਅਤੇ ਸਥਾਈ ਹਲ ਦਾ ਜੋੜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਵੱਡੇ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਚੱਲਣਹਾਰ ਹਲ ਖੱਤਮ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਦਾ ਹਲ ਸਟੇਡੀ ਸਟੇਟ ਹੱਲ ਨਾਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 7.15 (a) **V** ਅਤੇ **I** ਦਾ ਫੇਜ਼ਰ ਆਲੇਖ
(b) ਲੜੀਵਾਰ LCR ਸਰਕਟ ਜਿੱਥੇ $X_C > X_L$ ਹੈ ਦੇ ਲਈ v ਅਤੇ i ਦਾ ωt ਦੇ ਨਾਲ ਆਲੇਖ

7.6.2 ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ੀ ਹੱਲ (Analytical solution)

ਸਰਕਟ ਦੇ ਲਈ ਵੋਲਟਤਾ ਸਮੀਕਰਣ

$$L\frac{di}{dt} + Ri + \frac{q}{C} = v$$

$$= v_m \sin \omega t$$

ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕੀ $i = dq/dt$. ਇਸਲਈ, $di/dt = d^2q/dt^2$ q ਦੇ ਪਦਾ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟਤਾ ਸਮੀਕਰਣ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

$$L\frac{d^2q}{dt^2} + R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = v_m \sin \omega t \quad (7.28)$$

ਇਹ ਕਿਸੇ ਜਬਰੀ ਅਣਮੰਦਿਤ ਡੋਲਕ (forced damped oscillator) ਵਰਗਾ ਸਮੀਕਰਣ ਹੈ [ਵੇਖੋ ਸਮੀਕਰਣ {14.37(b)} ਜਮਾਤ XI ਭੌਤਿਕੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ]। ਮੰਨ ਲਓ ਇਸਦਾ ਇਕ ਹਲ ਹੈ—

$$q = q_m \sin(\omega t + \theta) \quad [7.29(a)]$$

ਤਾਂ ਜੋ $\dfrac{dq}{dt} = q_m \omega \cos(\omega t + \theta)$ [7.29(b)]

ਅਤੇ $\dfrac{d^2q}{dt^2} = -q_m\omega^2 \sin(\omega t + \theta)$ [7.29(c)]

ਇਨ੍ਹਾਂ ਮਾਨਾਂ ਨੂੰ ਸਮੀਕਰਣ (7.28) ਵਿੱਚ ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$q_m\omega\left[R\cos(\omega t + \theta) + (X_C - X_L)\sin(\omega t + \theta)\right] = v_m \sin\omega t \quad (7.30)$$

ਇਥੇ ਅਸੀਂ $X_c = 1/\omega C$ ਅਤੇ $X_L = \omega L$ ਸੰਬੰਧਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਹੈ, ਸਮੀਕਰਣ (7.30) ਦੇ ਨਾਮ ਪੱਖ ਨੂੰ $Z = \sqrt{R^2 + (X_c - X_L)^2}$ ਤੇ ਗੁਣਾ ਅਤੇ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰਨ ਤੇ,

$$q_m\omega Z\left[\frac{R}{Z}\cos(\omega t + \theta) + \frac{(X_C - X_L)}{Z}\sin(\omega t + \theta)\right] \quad (7.31)$$

ਹੁਣ ਮੰਨਿਆ ਕਿ

ਅਤੇ $\dfrac{(X_C - X_L)}{Z} = \sin\phi$

ਤਾਂ ਜੋ $\phi = \tan^{-1}\dfrac{X_C - X_L}{R}$ (7.32)

ਸਮੀਕਰਣ (7.31) ਵਿੱਚ ਇਹ ਮਾਨ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪਿਤ ਕਰਕੇ ਸਰਲੀਕਰਣ ਕਰਨ ਤੇ,

$$q_m\omega Z\cos(\omega t + \theta - \phi) = v_m \sin\omega t \quad (7.33)$$

ਇਸ ਸਮੀਕਰਣ ਦੇ ਦੋਨਾਂ ਪੱਖ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ

$$v_m = q_m\omega Z = i_m Z$$

ਇਥੇ

$$i_m = q_m\omega \quad [7.33(a)]$$

ਅਤੇ $\theta - \phi = -\dfrac{\pi}{2}$ ਜਾਂ $\theta = -\dfrac{\pi}{2} + \phi$ [7.33(b)]

ਇਸ ਲਈ ਪਰਿੱਖ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਸੰਬੰਧ ਹੈ

$$i = \frac{dq}{dt} = q_m\omega\cos(\omega t + \theta)$$

$$= i_m \cos(\omega t + \theta)$$

ਜਾਂ $i = i_m \sin(\omega t + \phi)$ (7.34)

ਇੱਥੇ $i_m = \dfrac{v_m}{Z} = \dfrac{v_m}{\sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}}$ [7.34(a)]

ਅਤੇ $\phi = \tan^{-1}\dfrac{X_C - X_L}{R}$

ਇਸ ਲਈ ਪਰਿਪਥ ਜਾਂ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੇ ਆਯਾਮ (amplitude) ਅਤੇ ਕਲਾ (phase) ਦੇ ਲਈ ਵਿਸਲੇਸ਼ਨਾਤਮਕ ਹਲ ਫੇਜ਼ਰ ਤਕਨੀਕ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹਲ ਨਾਲ ਮੇਲ ਖਾਂਦਾ ਹੈ।

7.6.3 ਅਨੁਨਾਦ (Resonance)

ਲੜੀਬੱਧ *RLC* ਸਰਕਟ ਦਾ ਇੱਕ ਰੋਚਕ ਅਭਿਲੱਖਣ ਅਨੁਨਾਦ ਦਾ ਵਰਤਾਰਾ ਹੈ। ਅਨੁਨਾਦ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਸਾਰੇ ਸਿਸਟਮਾਂ ਦੀ ਇੱਕ ਆਮ ਪਰਿਘਟਨਾ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਖਾਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਡੋਲਨ ਕਰਨ ਦੀ ਪਰਵਿਰਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਉੱਸ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਕੁਦਰਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (natural frequency) ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਕੋਈ ਸਿਸਟਮ ਕਿਸੇ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਉਰਜਾ ਸੋਮੇ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਲਿਤ ਹੋਵੇ ਜਿਸਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਕੁਦਰਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਿਸਟਮ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਆਯਾਮ ਦੇ ਨਾਲ ਡੋਲਨ ਕਰਦਾ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਇੱਕ ਸੌਖਾ ਉਦਾਹਰਣ ਝੂਲੇ ਤੇ ਬੈਠਿਆ ਹੋਇਆ ਬੱਚਾ ਹੈ। ਝੂਲੇ ਦੀ ਪੈਂਡੂਲਮ ਵਾਂਗ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਇਧਰ-ਉੱਧਰ ਡੋਲਨ ਕਰਨ ਦੀ ਕੁਦਰਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਬੱਚਾ ਰੱਸੀ ਨੂੰ ਨਿਯਮਿਤ ਸਮਾਂ ਅੰਤਰਾਲਾਂ ਤੇ ਖਿਚਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਖਿਚਣ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਲਗਭਗ ਝੂਲੇ ਦੇ ਡੋਲਨਾਂ ਦੀ ਕੁਦਰਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਝੂਲਣ ਦਾ ਆਯਾਮ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗਾ (ਵੇਖੋ ਜਮਾਤ XI ਦਾ ਅਧਿਆਇ 14)।

v_m ਆਯਾਮ ਅਤੇ ω ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਵੋਲਟੇਜ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਲਿਤ *RLC* ਸਰਕਟ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਰੰਟ ਆਯਾਮ

$$i_m = \frac{v_m}{Z} = \frac{v_m}{\sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}}$$

ਇੱਥੋਂ $X_c = 1/\omega C$ ਅਤੇ $X_L = \omega L$ ਇਸ ਲਈ ਜੇ ω ਨੂੰ ਬਦਲਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾ ਇੱਕ ਖਾਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ω_0 ਤੇ $X_c = X_L$ ਅਤੇ ਇੰਪੀਡੇਂਸ (impedance) Z ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਊਨਤਮ $\left(Z = \sqrt{R^2 + 0^2} = R\right)$ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (*resonance frequency*) ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ :

$$X_c = X_L \text{ ਜਾਂ } \frac{1}{\omega_0 C} = \omega_0 L$$

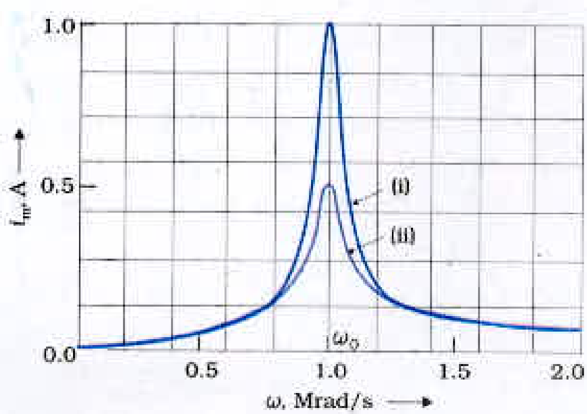
$$\text{ਜਾਂ} \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \tag{7.35}$$

ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਅਧਿਕਤਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਹੈ, $i_m = v_m/R$.

ਚਿੱਤਰ 7.16 ਕਿਸੇ *RLC* ਲੜੀਬੱਧ ਸਰਕਟ ਲਈ ω ਦੇ ਨਾਲ i_m ਦਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਥੇ L = 1.00 mH, C = 1.00 nF ਹੈ ਅਤੇ R ਦੇ ਦੋ ਵੱਖ ਵੱਖ ਮਾਨ (i) R = 100 Ω ਅਤੇ (ii) R = 200 Ω ਲਏ ਗਏ ਹਨ। ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਸੋਮੇ ਲਈ v_m = 100 V, ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ

$$\omega_0 = \left(\frac{1}{\sqrt{LC}}\right) = 1.00 \times 10^6$$

rad/s.



ਚਿੱਤਰ 7.16 ਦੋ ਕੇਸਾ (i) R = 100 Ω ਅਤੇ (ii) R = 200 Ω ਲਈ, ω ਦੇ ਨਾਲ i_m ਦਾ ਪਰਿਵਰਤਨ। ਦੋਨਾਂ ਕੇਸਾ ਵਿੱਚ L = 1.00 mH

ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਅਧਿਕਤਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ $i_m = v_m / R$ ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਸਥਿਤੀ

ਵਿੱਚ ਕੇਸ (i) ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਕੇਸ (ii) ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੋਂ ਕਰੰਟ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਨਾਲ ਦੋਗੁਣਾ ਹੈ।

ਅਨੁਨਾਦੀ ਸਰਕਟਾਂ ਦੇ ਤਰ੍ਹਾਂ-ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਅਨੁ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣ ਲਈ ਰੇਡੀਓ ਅਤੇ ਟੀ.ਵੀ. ਸੈਟ ਦੇ ਟਿਊਨਿੰਗ ਦੀ ਵਿਧੀ। ਕਿਸੇ ਰੇਡਿਓ ਦਾ ਐਂਟੀਨਾ (antenna) ਅਨੇਕ ਪ੍ਰਸਾਰਕ ਸਟੇਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਸੰਕੇਤਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਐਂਟੀਨਾ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸੰਕੇਤ, ਰੇਡਿਓ ਦੇ ਟਿਊਨਿੰਗ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਸ੍ਰੋਤ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਸਰਕਟ ਅਨੇਕ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੇ ਚਲਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਕਿਸੇ ਖਾਸ ਰੇਡਿਓ ਸਟੇਸ਼ਨ ਨੂੰ ਸੁਣਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਰੇਡਿਓ ਨੂੰ ਟਿਊਨ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਟਿਊਨਿੰਗ ਲਈ ਅਸੀਂ ਟਿਊਨਿੰਗ ਸਰਕਿਟ ਵਿੱਚ ਲੱਗੇ ਕਪੈਸਿਟਰ ਦੀ ਕਪੈਸਿਟੈਂਸ ਨੂੰ ਬਦਲ ਕੇ ਸਰਕਟ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨੂੰ ਬਦਲ ਕੇ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਲੈ ਕੇ ਆਉਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਉਸਦੀ ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਰੇਡਿਓ ਸੰਕੇਤਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋ ਜਾਵੇ। ਜਦੋਂ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਉਸ ਖਾਸ ਰੇਡਿਓ ਸਟੇਸ਼ਨ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਸੰਕੇਤਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਅਧਿਕਤਮ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇੱਕ ਜਰੂਰੀ ਅਤੇ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਤੱਥ ਹੈ ਕਿ ਅਨੁਵਾਦ ਦੀ ਪਰਿਘਟਨਾ ਸਿਰਫ ਉਨ੍ਹਾਂ ਸਰਕਟਾਂ ਦੁਆਰਾ ਦਿਖਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ L ਅਤੇ C ਦੋਨੇ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ ਸਿਰਫ ਉਦੋਂ ਹੀ L ਅਤੇ C ਦੇ ਦੋ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਵੋਲਟੇਜ (ਵਿਪਰੀਤ ਫੇਜ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਕਾਰਨ) ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਨਿਰਸਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਆਯਾਮ v_m/R ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁਲ ਸ੍ਰੋਤ ਵੋਲਟੇਜ R ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਹੀ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਪਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੋਇਆ ਕਿ RL ਜਾਂ RC ਪਰਿਪਥ ਵਿਚ ਅਨੁਨਾਦ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ।

ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਤੀਵਰਤਾ *(Sharpness of resonance)*

ਲੜੀਬੱਧ LCR ਸਰਕਿਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ

$$i_m = \frac{v_m}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਅਧਿਕਤਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂ $\omega = \omega_0 = 1/\sqrt{LC}$. ਅਤੇ ਇਹ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $i_m^{max} = v_m / R$

ω ਦੇ ω_0 ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਸਾਰੇ ਮਾਨਾਂ ਲਈ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ, ਇਸਦੇ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਅਸੀਂ ω ਦਾ ਇਕ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਮਾਨ ਚੁਣਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਕਰੰਟ ਆਯਾਮ, ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਦਾ $1/\sqrt{2}$ ਗੁਣਾ ਹੈ ਇਸ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਸ਼ਕਤੀ ਖੈ ਅੱਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ (7.16) ਦੇ ਵਕਰ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ω ਦੇ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਦੋ ਮਾਨ ਹਨ, ω_1 ਅਤੇ ω_2, ਜਿਸ ਵਿਚੋਂ, ਇੱਕ ω_0 ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਸਰਾ ω_0 ਤੋਂ ਵੱਧ। ਇਹੋ ਦੋਨੋ ਮਾਨ ω_0 ਦੇ ਇੱਧਰ-ਉੱਧਰ ਇੱਕੋ ਦੂਰੀ ਨਾਲ ਸਥਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ :-

$\omega_1 = \omega_0 + \Delta\omega$

$\omega_2 = \omega_0 - \Delta\omega$

ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਨਾਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦਾ ਅੰਤਰ $\omega_1 - \omega_2 = 2\Delta\omega$ ਸਰਕਟ ਦਾ ਬੈਂਡ-ਵਿਸਤਾਰ *(bandwidth)* ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਰਾਸ਼ੀ $(\omega_0 / 2\Delta\omega)$ ਨੂੰ ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਤੀਵਰਤਾ ਦਾ ਮਾਪ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। $\Delta\omega$ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਛੋਟਾ ਹੋਵੇਗਾ, ਅਨੁਨਾਦ ਉਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਤੀਬਰ ਜਾਂ ਤਿੱਖਾ ਹੋਵੇਗਾ

$\Delta\omega$ ਦੇ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ, ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਕਰੰਟ-ਆਯਾਮ $i_m = \left(1/\sqrt{2}\right) i_m^{max}$ ਉਦੋਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦ $\omega_1 = \omega_0 + \Delta\omega$. ਇਸ ਲਈ

at ω_1, ਤੇ $i_m = \dfrac{v_m}{\sqrt{R^2 + \left(\omega_1 L - \dfrac{1}{\omega_1 C}\right)^2}}$

$$= \frac{i_m^{max}}{\sqrt{2}} = \frac{v_m}{R\sqrt{2}}$$

ਜਾਂ $$\sqrt{R^2 + \left(\omega_1 L - \frac{1}{\omega_1 C}\right)^2} = R\sqrt{2}$$

ਜਾਂ $$R^2 + \left(\omega_1 L - \frac{1}{\omega_1 C}\right)^2 = 2R^2$$

$$\omega_1 L - \frac{1}{\omega_1 C} = R$$

ਜਿਸਨੂੰ ਲਿੱਖ ਸਕਦੇ ਹਾ

$$(\omega_0 + \Delta\omega) L - \frac{1}{(\omega_0 + \Delta\omega) C} = R$$

$$\omega_0 L \left(1 + \frac{\Delta\omega}{\omega_0}\right) - \frac{1}{\omega_0 C \left(1 + \dfrac{\Delta\omega}{\omega_0}\right)} = R$$

ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਪੱਦ ਵਿੱਚ $\omega_0^2 = \dfrac{1}{LC}$ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ

$$\omega_0 L \left(1 + \frac{\Delta\omega}{\omega_0}\right) - \frac{\omega_0 L}{\left(1 + \dfrac{\Delta\omega}{\omega_0}\right)} = R$$

ਕਿਉਂਕਿ $\dfrac{\Delta\omega}{\omega_0} << 1$, $\left(1 + \dfrac{\Delta\omega}{\omega_0}\right)^{-1}$ ਦਾ ਨੇੜੇ ਦਾ ਮਾਨ $\left(1 - \dfrac{\Delta\omega}{\omega_0}\right)$ ਰੱਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ,

ਇਸ ਲਈ $\omega_0 L \left(1 + \dfrac{\Delta\omega}{\omega_0}\right) - \omega_0 L \left(1 - \dfrac{\Delta\omega}{\omega_0}\right) = R$

ਜਾਂ $$\omega_0 L \frac{2\Delta\omega}{\omega_0} = R$$

$$\Delta\omega = \frac{R}{2L} \qquad [7.36(a)]$$

ਇਸ ਲਈ ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ

$$\frac{\omega_0}{2\Delta\omega} = \frac{\omega_0 L}{R} \qquad [7.36(b)]$$

ਅਨੁਪਾਤ $\frac{\omega_0 L}{R}$ ਨੂੰ ਸਰਕਟ ਦਾ ਗੁਣਵੱਤਾ ਗੁਣਾਂਕ (*quality factor*), Q ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ,

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R} \qquad [7.36(c)]$$

ਸਮੀਕਰਣ [7.36 (b)] ਅਤੇ [7.36 (c)] ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $2\Delta\omega = \frac{\omega_0}{Q}$ ਇਸ ਲਈ Q ਦਾ ਮਾਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗਾ, $2\Delta\omega$ ਭਾਵ ਬੈਂਡ ਵਿਸਤਾਰ ਦਾ ਮਾਨ ਉਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਅਨੁਨਾਦ ਉਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਤਿੱਖਾ ਹੋਵੇਗਾ। $\omega_0^2 = 1/LC$ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਸਮੀਕਰਣ [7.36(c)] ਨੂੰ ਸਮਤੁਲਤਾ ਨਾਲ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ $Q = 1/\omega_0 CR$.

ਚਿੱਤਰ 7.15 ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜੇ ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਘੱਟ ਹੋਵੇ ਤਾ ਨਾ ਸਿਰਫ ਅਧਿਕਤਮ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਸਰਕਟ ਹੋਰ ਵੱਡੇ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਖੇਤਰ $\Delta\omega$ ਲਈ ਅਨੁਨਾਦ ਦੇ ਨੇੜੇ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਸਰਕਟ ਦੀ ਟਿਊਨਿੰਗ ਔਧੀ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕੇਗੀ। ਇਸ ਲਈ ਅਨੁਨਾਦ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਘੱਟ ਤਿੱਖਾ ਹੋਵੇਗਾ ਸਰਕਟ ਦੀ ਚੋਣ ਯੋਗਤਾ ਉਨੀ ਹੀ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਜੇ ਅਨੁਨਾਦ ਤਿੱਖਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸਰਕਟ ਦੀ ਚੋਣ ਯੋਗਤਾ ਵੀ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗੀ। ਸਮੀਕਰਣ (7.36) ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜੇ ਗੁਣਵੱਤਾ ਗੁਣਾਂਕ ਵੱਧ ਹੈ ਭਾਵ R ਘੱਟ ਜਾਂ L ਵੱਧ ਹੈ ਤਾਂ ਸਰਕਟ ਦੀ ਚੋਣ ਯੋਗਤਾ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 7.6 ਇੱਕ 200 Ω ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਅਤੇ ਇਕ 15.0 μF ਦਾ ਕਪੈਸਿਟਰ, ਕਿਸੇ 220 V, 50 Hz ac ਸ੍ਰੋਤ ਨਾਲ ਲੜੀ ਵਿੱਚ ਜੁੜੇ ਹਨ। (a) ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ; (b) ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਅਤੇ ਕਪੈਸਿਟਰ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚਕਾਰ (rms) ਵੋਲਟੇਜ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਕਿ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਦਾ ਬੀਜਗਣਿਤਕ ਜੋੜ-ਸ੍ਰੋਤ ਵੋਲਟੇਜ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ? ਜੇ ਹਾਂ, ਤਾਂ ਇਸ ਵਿਰੋਧਾਭਾਸ ਨੂੰ ਦੂਰ ਕਰੋ।

ਹੱਲ—

ਦਿੱਤਾ ਹੈ

$R = 200\,\Omega$, $C = 15.0\,\mu F = 15.0 \times 10^{-6}\,F$

$V = 220\,V$, $\nu = 50\,Hz$

(a) ਕਰੰਟ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਸਰਕਟ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਬਾਧਾ (Z) ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{R^2 + (2\pi\nu\, C)^{-2}}$$

$$= \sqrt{(200\,\Omega)^2 + (2 \times 3.14 \times 50 \times 10^{-6}\,F)^{-2}}$$

$$= \sqrt{(200\,\Omega)^2 + (212\,\Omega)^2}$$

$$= 291.5\,\Omega$$

ਇਸ ਲਈ ਸਰਕਿਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਹੈ,

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{220\,V}{291.5\,\Omega} = 0.755\,A$$

ਉਦਾਹਰਨ 7.6

(b) ਕਿਉਂਕਿ ਸਾਰੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਕਰੰਟ ਵਗ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ

$$V_R = IR = (0.755\,\text{A})(200\,\Omega) = 151\,\text{V}$$

$$V_C = IX_C = (0.755\,\text{A})(212.3\,\Omega) = 160.3\,\text{V}$$

ਦੋਨਾਂ ਵੋਲਟੇਜ V_R ਅਤੇ V_C ਦਾ ਬੀਜਗਣਿਤਕ ਜੋੜ 311.3 V ਹੈ ਜੋ ਸ੍ਰੋਤ ਵੋਲਟੇਜ 220 V ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਰੋਧਾਭਾਸ ਨੂੰ ਕਿਵੇਂ ਦੂਰ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ? ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਪੜ੍ਹਿਆ ਹੈ ਦੋਨਾਂ ਵੋਲਟੇਜ ਸਮਾਨ ਫੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਆਮ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਵਾਂਗ ਨਹੀਂ ਜੋੜਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਵਿੱਚ 90° ਦਾ ਫੇਜ਼ ਅੰਤਰ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਪਾਈਥਾਗੋਰਸ ਦੇ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ

$$V_{R+C} = \sqrt{V_R^2 + V_C^2} = \sqrt{(151)^2 \times (160.3)^2}$$

$$= 220\ \text{V}$$

ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ, ਜੇ ਦੋ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਦੇ ਫੇਜ਼-ਅੰਤਰਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਂਦੇ ਹੋਏ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਅਤੇ ਕਪੈਸਿਟਰ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੁਲ ਵੋਲਟੇਜ ਪਤਾ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਹ ਸ੍ਰੋਤ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੀ ਪਾਈ ਜਾਵੇਗੀ।

ਉਦਾਹਰਣ 7.6

7.7 AC ਸਰਕਟਾਂ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ : ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ
POWER IN AC CIRCUIT: THE POWER FACTOR

$= VI\cos\phi$

ਅਸੀਂ ਵੇਖ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਲੜੀਬੱਧ *RLC* ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ $v = v_m \sin\omega t$ ਇਸ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ $i = i_m \sin(\omega t + \phi)$ ਪ੍ਰਵਾਹ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇੱਥੇ,

$$i_m = \frac{v_m}{Z} \text{ ਅਤੇ } \phi = \tan^{-1}\ \frac{X_C - X_L}{R}$$

ਇਸ ਲਈ ਸ੍ਰੋਤ ਦੁਆਰਾ ਰਸਦ ਕੀਤੀ ਤੱਤਕਾਲਿਕ ਸਕਤੀ p ਹੈ

$$p = vi = (v_m \sin\omega t)\times[i_m \sin(\omega t + \phi)]$$

$$= \frac{v_m i_m}{2}[\cos\phi - \cos(2\omega t + \phi)] \tag{7.37}$$

ਇੱਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ, ਸਮੀਕਰਨ (7.37) ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਦੋਨਾਂ ਪਦਾ ਦੀ ਔਸਤ ਲੈਣ ਨਾਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਦੂਸਰਾ ਪਦ ਹੀ ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਔਸਤ ਸਿਫਰ ਹੈ (ਕੋਸਾਈਨ, Cosine) ਦਾ ਧਨਾਤਮਕ ਅੱਧਾ ਇਸਦੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਅੱਧੇ ਨੂੰ ਰੱਦ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ,

$$P = \frac{v_m i_m}{2}\cos\phi = \frac{v_m}{\sqrt{2}}\frac{i_m}{\sqrt{2}}\cos\phi$$

$$= VI\cos\phi \tag{7.38(a)}$$

ਇਸਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

$$P = I^2 Z\cos\phi \tag{7.38(b)}$$

ਇਸ ਲਈ ਔਸਤ ਖਪਤ ਸ਼ਕਤੀ, ਸਿਰਫ ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਸਗੋਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕਲਾ ਕੋਣ (phase angle) ਦੇ ਕੋਸਾਈਨ (cosine) ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਰਾਸ਼ੀ $\cos\phi$ ਨੂੰ ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਆਓ ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਤੇ ਚਰਚਾ ਕਰੀਏ :

ਕੇਸ (i) *ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕੀ ਸਰਕਟ (Resistive circuit)* : ਜੇ ਸਰਕਿਟ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਸ਼ੁੱਧ R ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਸਰਕਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕੀ ਸਰਕਟ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਰਕਟ ਲਈ $\phi = 0$, $\cos\phi = 1$। ਇਸ ਵਿਚ ਅਧਿਕਤਮ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਖਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਕੇਸ (ii) *ਸ਼ੁੱਧ ਇੰਡਕਟਿਵ ਜਾ ਸ਼ੁੱਧ ਕੈਪੇਸਿਟੇਟਿਵ ਸਰਕਟ (Purely inductive or capacitive circuit)* : ਜੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਇਕ ਇੰਡਕਟਰ ਜਾ ਕੈਂਪੇਸਿਟਰ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚਕਾਰ ਕਲਾ ਅੰਤਰ $\pi/2$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ $\cos\phi = 0$ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਭਾਵੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਵੱਗਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਵੀ ਕੋਈ ਸ਼ਕਤੀ ਖਪਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਇਸ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਕਦੇ ਕਦੇ ਵਾਟਲੈਸ ਕਰੰਟ *(wattless current)* ਵੀ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਕੇਸ (iii) *ਲੜੀਬੱਧ LCR ਸਰਕਟ* : ਕਿਸੇ LCR ਸਰਕਿਟ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਖਪਤ ਸਮੀਕਰਨ (7.38) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇੱਥੇ $\phi = \tan^{-1}(X_c - X_L)/R$। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ RL ਜਾ RC ਜਾ RCL ਸਰਕਿਟ ਵਿੱਚ ϕ ਸਿਫਰ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਇਨ੍ਹਾਂ ਸਰਕਟਾਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਸ਼ਕਤੀ ਸਿਰਫ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਵਿੱਚ ਹੀ ਖਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਕੇਸ (iv) *LCR ਸਰਕਿਟ ਵਿੱਚ ਅਨੁਨਾਦ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਖਪਤ* : ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ $X_c - X_L = 0$ ਅਤੇ $\phi = 0$ ਇਸਲਈ $\cos\phi = 1$ ਅਤੇ $P = I^2Z = I^2R$ ਭਾਵ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਸ਼ਕਤੀ (R ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਨਾਲ) ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਇਕ ਖਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 7.7

ਉਦਾਹਰਨ 7.7 (a) ਬਿਜਲਈ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਪਰਿਵਹਨ ਲਈ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਸਰਕਟਾਂ ਵਿਚ ਨਿਮਨ ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ, ਸੰਚਾਰ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਊਰਜਾ ਦੀ ਖਪਤ ਹੋਵੇਗੀ, ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਸਮਝਾਓ।

(b) ਸਰਕਿਟ ਦਾ ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ, ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਉਪਯੁਕਤ ਮਾਨ ਦੇ ਕੈਂਪੇਸਿਟਰ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਸੁਧਾਰਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਤੱਥ ਸਮਝਾਓ।

ਹੱਲ— (a) ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $P = I\,V\cos\phi$ ਜਿੱਥੇ $\cos\phi$ ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ ਹੈ ਦਿੱਤੀ ਹੋਈ ਵੋਲਟੇਜ ਤੇ ਲੋੜੀਂਦੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਲਈ ਜੇ $\cos\phi$ ਦਾ ਮਾਨ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਉਸੇ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧਾਣਾ ਪਵੇਗਾ। ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਨਾਲ ਸੰਚਾਰ ਵਿਚ ਵੱਧ ਸ਼ਕਤੀ ਖਪਤ (I^2R) ਹੋਵੇਗੀ।

(b) ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ I ਵੋਲਟੇਜ ਤੋਂ ϕ ਕੋਣ ਪਿੱਛੇ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਸਰਕਟ ਲਈ $\cos\phi = R/Z$.

ਅਸੀਂ ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ ਦਾ ਸੁਧਾਰ ਕਰਕੇ ਇਸਦਾ ਮਾਨ 1 ਵੱਲ ਕਰਵਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਲਈ Z ਦਾ ਮਾਨ R ਹੋਵੇ ਇਹ ਯਤਨ ਕਰਨਾ ਪਵੇਗਾ। ਇਹ ਉਪਲੱਬਧੀ ਕਿਵੇਂ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ, ਆਓ ਚਿੱਤਰ ਦੁਆਰਾ ਇਸ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰੀਏ। ਕਰੰਟ $\mathbf{I}$ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਦੋ ਘਟਕਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ- $\mathbf{I}_p$ ਵੋਲਟੇਜ $\mathbf{V}$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਅਤੇ $\mathbf{I}_q$ ਵੋਲਟੇਜ ਦੀ ਲੰਬਵਤ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ, ਜਿਵੇਂ ਤੁਸੀਂ ਅਨੁਭਾਗ 7.7 ਵਿੱਚ ਪੜ ਚੁਕੇ ਹੋ, ਵਾਟਲੈਸ ਘਟਕ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਕਰੰਟ ਦੇ ਇਸ ਘਟਕ ਦੇ ਸੰਗਤ ਕੋਈ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਖਪਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। $\mathbf{I}_p$ ਨੂੰ ਸ਼ਕਤੀ ਘਟਕ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਨਾਲ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸੀ ਦੇ ਨਾਲ ਸਰਕਿਟ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਖਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਇਸ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਤੋਂ ਇਹ ਸਾਫ਼ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਅਸੀਂ ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ ਵਿੱਚ ਸੁਧਾਰ ਲਿਆਉਣਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਪਿੱਛੜਦੇ (lagging) ਵਾਟਲੈਸ ਕਰੰਟ $\mathbf{I}_p$ ਨੂੰ ਉਸੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਅਗੇਤਰ ਵਾਟਲੈਸ ਕਰੰਟ $\mathbf{I}'_q$ ਦੁਆਰਾ ਉਦਾਸੀਨ ਕਰਨਾ ਪਵੇਗਾ। ਇਸਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਮਾਨ ਦਾ ਕੈਪੇਸਿਟਰ (Capacitor) ਸਮਾਂਤਰ ਲੜੀ ਵਿੱਚ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕਰਨਾ ਪਵੇਗਾ ਤਾਂ ਜੋ $\mathbf{I}_q$ ਅਤੇ $\mathbf{I}'_q$ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਨਿਰੱਸਤ ਕਰ ਸਕਣ ਅਤੇ P ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਰੂਪ ਨਾਲ $I_p\,V$ ਹੋ ਸਕੇ।

ਉਦਾਹਰਨ 7.8

ਉਦਾਹਰਨ 7.8 283 V ਸਿਖਰ ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ 50 Hz ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਇਕ ਸਾਈਨੁਸਾਇਡਲ (Sinusoidal) ਵੋਲਟੇਜ ਇੱਕ ਲੜੀਬੱਧ LCR ਸਰਕਟ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ $R = 3\ \Omega$, $L = 25.48$ mH ਅਤੇ $C = 796\ \mu$F ਹੈ। ਪਤਾ ਕਰੋ (a) ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਪ੍ਰਤੀਬਾਧਾ (impedance), (b) ਸ੍ਰੋਤ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕਲਾ-ਅੰਤਰ; (c) ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਸ਼ਕਤੀ ਖਪਤ; ਅਤੇ (d) ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ।

ਹੱਲ—

(a) ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਬਾਧਾ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਪਹਿਲਾ ਅਸੀਂ X_L ਅਤੇ X_C ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਾਂਗੇ।

$$X_L = 2\pi\nu L$$
$$= 2 \times 3.14 \times 50 \times 25.48 \times 10^{-3}\,\Omega = 8\,\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi\nu C}$$

$$= \frac{1}{2\times 3.14\times 50\times 796\times 10^{-6}} = 4\Omega$$

ਇਸ ਲਈ

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{3^2 + (8-4)^2}$$
$$= 5\,\Omega$$

(b) ਕਲਾ ਅੰਤਰ $\phi = \tan^{-1}\dfrac{X_C - X_L}{R}$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{4-8}{3}\right) = -53.1^\circ$$

ਕਿਉਂਕਿ ϕ ਦਾ ਮਾਨ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ ਪਰਿਪਥ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਵੋਲਟੇਜ ਤੋਂ ਪਿਛੇ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ।

(c) ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਖਪਤ

$$P = I^2 R$$

ਹੁਣ $I = \dfrac{i_m}{\sqrt{2}} = \dfrac{1}{\sqrt{2}}\left(\dfrac{283}{5}\right) = 40\text{A}$

ਇਸ ਲਈ $P = (40\text{A})^2 \times 3\,\Omega = 4800\text{ W}$

(d) ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ $= \cos\phi = \cos 53.1^\circ = 0.6$

ਉਦਾਹਰਨ 7.8

ਉਦਾਹਰਨ 7.9 ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਪਹਿਲੇ ਉਦਾਹਰਨ ਵਿੱਚ ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਹੈ। (a) ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਕਿਹੜੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਅਨੁਨਾਦ ਹੋਵੇਗਾ (b) ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਬਾਧਾ, ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਖਪਤ ਸ਼ਕਤੀ ਪਤਾ ਕਰੋ

ਹੱਲ—

(a) ਉਹ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਜਿਸ ਤੇ ਅਨੁਨਾਦ ਹੋਵੇਗਾ

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{25.48\times 10^{-3}\times 796\times 10^{-6}}}$$

$$= 222.1\,\text{rad/s}$$

$$\nu_r = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{221.1}{2\times 3.14}\,\text{Hz} = 35.4\,\text{Hz}$$

(b) ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ, ਪ੍ਰਤੀਬਾਧਾ, Z ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ, R ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ

$$Z = R = 3\,\Omega$$

ਉਦਾਹਰਨ 7.9

ਉਦਾਹਰਨ 7.9

ਅਨੁਨਾਦ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ rms ਕਰੰਟ

$$= \frac{V}{Z} = \frac{V}{R} = \left(\frac{283}{\sqrt{2}}\right)\frac{1}{3} = 66.7\text{A}$$

ਅਨੁਨਾਦ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਖਪਤ

$$P = I^2 \times R = (66.7)^2 \times 3 = 13.35 \text{ kW}$$

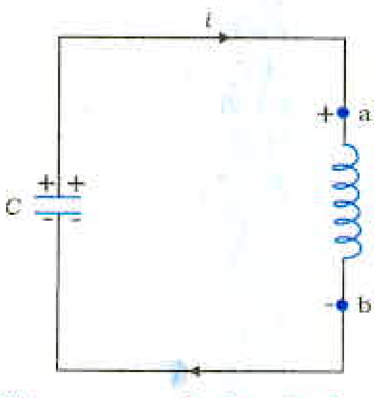
ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਵੇਖ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਅਨੁਨਾਦ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਖੇ ਉਦਾਹਰਣ 7.8 ਵਿੱਚ ਹੋਏ ਸ਼ਕਤੀ ਖੇ ਨਾਲੋਂ ਵੱਧ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 7.10

ਉਦਾਹਰਨ 7.10 ਕਿਸੇ ਹਵਾਈ ਅੱਡੇ ਤੇ ਸੁਰੱਖਿਆ ਕਾਰਨਾਂ ਕਰਕੇ ਕਿਸੇ ਵਿਅਕਤੀ ਨੂੰ ਧਾਤ-ਸੰਸੂਚਕ ਦੇ ਦੁਆਰ ਪਥ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਉਸਦੇ ਨੇੜੇ ਕੋਈ ਧਾਤ ਤੋਂ ਬਣੀ ਵਸਤੂ ਹੈ, ਤਾਂ ਧਾਤ ਸੰਸੂਚਕ ਤੋਂ ਇੱਕ ਧੁਨੀ ਨਿਕਲਣ ਲਗ ਪੈਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਸੰਸੂਚਕ ਕਿਸ ਸਿਧਾਂਤ ਤੇ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ?

ਹੱਲ— ਧਾਤ ਸੰਸੂਚਕ ac ਪਰਿਪੱਥਾਂ ਵਿੱਚ ਅਨੁਨਾਦ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਤੇ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਕਿਸੇ ਧਾਤ-ਸੰਸੂਚਕ ਤੋਂ ਗੁਜਰਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਅਨੇਕ ਫੇਰਿਆਂ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਕੁੰਡਲ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਗੁਜਰਦੇ ਹੋ। ਇਹ ਕੁੰਡਲੀ ਇਕ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਟਿਊਨੱਡ ਕੈਪੇਸਿਟਰ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਣ ਪਰਿਪੱਥ ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਜੇਬ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਲੈ ਕੇ ਕੁੰਡਲੀ ਤੋਂ ਗੁਜਰਦੇ ਹੋ ਤਾ ਪਰਿਪੱਥ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਬਾਧਾ (Impedance) ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵਗਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਸਾਰਥਕ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਦਾ ਇਹ ਪਰਿਵਰਤਨ ਸੰਸੂਚਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸਰਕਿਟਰੀ ਕਾਰਨ ਚੇਤਾਵਨੀ ਦੀ ਧੁਨੀ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

7.8 LC ਦੋਲਨ (LC Oscillations)



ਚਿੱਤਰ 7.18 ਦਰਸ਼ਾਏ ਗਏ ਪਲ ਤੇ ਕਰੰਟ ਵੱਧ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਣ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਹੋਈ ਧਰੁਵਤਾ ਉਹੀ ਹੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ।

ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕੈਪੇਸਿਟਰ ਅਤੇ ਇੱਕ ਪ੍ਰੇਰਕ ਲੜੀਵਾਰ ਬਿਜਲਈ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਊਰਜਾ ਸੰਚਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਇੱਕ (ਪਹਿਲੇ ਤੋਂ ਚਾਰਜਿਤ) ਕਪੈਸਿਟਰ ਇੱਕ ਪ੍ਰੇਰਕ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕੈਪੇਸਿਟਰ ਤੇ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ, ਬਿਜਲਈ ਡੋਲਨਾਂ ਦੀ ਉਹੋ ਜਿਹੀ ਹੀ ਪਰਿਘਟਨਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਯਾਂਤਰਿਕ ਸਿਸਟਮਾਂ ਦੇ ਡੋਲਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵੇਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਅਧਿਆਏ 14, ਜਮਾਤ XI).

ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਕਿਸੇ ਕੈਪੇਸਿਟਰ ਤੇ $(t = 0)$ ਤੇ q_m ਚਾਰਜ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਇਕ ਪ੍ਰੇਰਕ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆਂ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 7.18 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਸਰਕਟ ਪੂਰਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕੈਪੇਸਿਟਰ ਤੇ ਚਾਰਜ ਘੱਟਨਾ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਵਗਣ ਲੱਗ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ t ਤੇ ਚਾਰਜ q ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ i ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ di/dt ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ, L ਵਿੱਚ ਪੇਰਿਤ emf. ਦੀ ਧਰੁਵਤਾ ਉਹੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜੋ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਹੈ, ਭਾਵ $v_b < v_a$। ਕਿਰਚੌਫ (Kirchhoff) ਦੇ ਲੂਪ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ

$$\frac{q}{C} - L\frac{di}{dt} = 0 \qquad (7.39)$$

$i = (d\ q/dt)$, ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ q ਘੱਟ ਰਿਹਾ ਹੈ, i ਵੱਧ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (7.39) ਨੂੰ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0 \qquad (7.40)$$

ਇਸ ਸਮੀਕਰਨ ਦਾ ਸਰਲ ਸਰੂਪ ਸਰਲ ਆਵਰਤੀ ਗਤੀ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨ $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0$ ਵਰਗਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਚਾਰਜ ਸਰਲ ਆਵਰਤੀ ਡੋਲਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੀ ਕੁਦਰਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੈ

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \tag{7.41}$$

ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਸਾਈਨੋਸੋਈਡਲ (sinusoidally) ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਨਿਮਨ ਲਿਖਿਤ ਸੂਤਰ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$q = q_m \cos(\omega_0 t + \phi) \tag{7.42}$$

ਇੱਥੇ q_m ਚਾਰਜ q ਦਾ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਹੈ ਅਤੇ ϕ ਇੱਕ ਕਲਾ ਨਿਯਤਾਂਕ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ $t = 0$ ਤੇ $q = q_m$, $\cos\phi = 1$ ਜਾਂ $\phi = 0$ ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ

$$q = q_m \cos(\omega_0 t) \tag{7.43}$$

ਉਦੋਂ ਕਰੰਟ $i\left(= -\frac{dq}{dt}\right)$ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰ ਸਕਾਂਗੇ

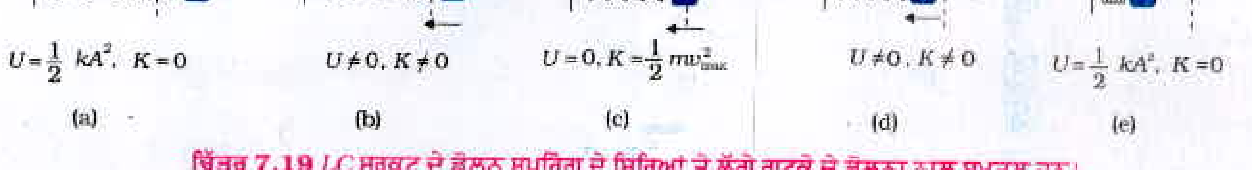
$$i = i_m \sin(\omega_0 t) \tag{7.44}$$

ਇਥੇ $i_m = \omega_0 q_m$

ਆਓ ਹੁਣ ਇਹ ਵੇਖਣ ਦੀ ਖੇਚਲ ਕਰੀਏ ਕਿ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇਹ ਡੋਲਨ ਕਿਵੇਂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ?

ਚਿੱਤਰ 7.19(a) ਵਿੱਚ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਚਾਰਜ q_m ਯੁਕਤ ਕਪੈਸਿਟਰ ਇੱਕ ਆਦਰਸ਼ ਪ੍ਰੇਰਕ ਤੋਂ ਜੁੜਿਆ ਵਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਚਾਰਜਿਤ ਕਪੈਸਿਟਰ ਵਿੱਚ ਸਟੋਰ ਬਿਜਲਈ ਊਰਜਾ ਹੈ $U_E = \frac{1}{2}\frac{q_m^2}{C}$ । ਕਿਉਂਕਿ, ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਕਰੰਟ ਵਗ ਨਹੀ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਸਿਫਰ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ LC ਸਰਕਿਟ ਦੀ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਹੈ

$$U = U_E = \frac{1}{2}\frac{q_m^2}{C}$$



ਚਿੱਤਰ 7.19 LC ਸਰਕਟ ਦੇ ਡੋਲਨ ਸਪਰਿੰਗ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਲੱਗੇ ਗੁਟਕੇ ਦੇ ਡੋਲਨਾ ਨਾਲ ਸਮਤਲ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨਾਂ ਦੇ ਅੱਧੇ ਚੱਕਰ ਨੂੰ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

$t = 0$ ਤੇ ਸਵਿੱਚ ਬੰਦ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕੈਪੈਸਿਟਰ ਡਿਸਚਾਰਜ ਹੋਣ ਲੱਗ ਪੈਂਦਾ ਹੈ [ਚਿੱਤਰ 7.19(b)] ਜਿਵੇਂ ਜਿਵੇਂ ਕਰੰਟ ਵੱਧਦਾ ਹੈ ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਹੋਣ ਲੱਗ ਪੈਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਸਟੋਰ ਹੋਣ ਲੱਗ ਪੈਂਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਮਾਨ

ਹੈ $U_B = (1/2)\ Li^2$। ਜਦੋਂ i_m, ($t = T/4$ ਤੇ) ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਅਧਿਕਤਮ i_m ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 7.19(c) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਤਾ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਟੋਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਮੁਲ $U_B = (1/2)\ Li_m^2$ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਪਰਖ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਅਧਿਕਤਮ ਬਿਜਲਈ ਊਰਜਾ, ਅਧਿਕਤਮ ਚੁੰਬਕੀ ਊਰਜਾ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਕਪੈਸਿਟਰ ਤੇ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਕੋਈ ਊਰਜਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਹੁਣ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 7.19(d) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਹੈ, ਕਰੰਟ ਕਪੈਸਿਟਰ ਨੂੰ ਚਾਰਜ ਕਰਨ ਲਗ ਪੈਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਉਦੋਂ ਤਕ ਚਲਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਤਕ ਕਿ ($t = T/2$ ਤੇ) ਕਪੈਸਿਟਰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚਾਰਜਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ [ਚਿੱਤਰ 7.19(e)] ਪਰ, ਹੁਣ ਇਸਦਾ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋਣਾ, ਚਿੱਤਰ 7.19(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਧਰੁਵਤਾ ਦੇ ਉਲਟ ਧਰੁਵਤਾ ਨਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉੱਤੇ ਦੱਸੀ ਗਈ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੁਣ ਦੁਬਾਰਾ ਦੁਹਰਾਈ ਜਾਵੇਗੀ ਜਿਸ ਤੋਂ ਸਿਸਟਮ ਆਪਣੀ ਮੂਲ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਵਾਪਸ ਆ ਜਾਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਕਪੈਸਿਟਰ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਰਕ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੋਲਨ ਕਰਦੀ ਹੈ।

LC ਡੋਲਨ ਸਪ੍ਰਿੰਗ ਤੋਂ ਜੁੜੇ ਪਿੰਡ ਦੇ ਯਾਂਤਰਿਕ ਡੋਲਨਾ ਵਾਂਗ ਹੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 7.19 ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਹੇਠਾਂ ਦਾ ਭਾਗ ਯਾਂਤਰਿਕ ਪ੍ਰਣਾਲੀ (ਸਪ੍ਰਿੰਗ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਪਿੰਡ) ਦੀ ਸੰਗਤ ਅਵਸਥਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਪਹਿਲੇ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ, m ਪੁੰਜ ਦੇ ω_0 ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਡੋਲਨ ਕਰਦੇ ਪਿੰਡ ਲਈ, ਸਮੀਕਰਣ ਹੈ

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0$$

ਇੱਥੇ $\omega_0 = \sqrt{k/m}$, ਅਤੇ k ਸਪ੍ਰਿੰਗ ਨਿਯਤਾਂਕ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ x ਦੇ ਸੰਗਤ ਰਾਸ਼ੀ q ਹੈ। ਯਾਂਤਰਿਕ ਸਿਸਟਮ ਲਈ $F = ma = m\ (dv/dt) = m\ (d^2x/dt^2)$। ਬਿਜਲਈ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਲਈ $\varepsilon = -L\,(di/dt) = -L\ (d^2q/dt^2)$। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਨਾਂ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ, ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ L ਪੁੰਜ m ਦੇ ਸਮਤੁਲ ਹੈ : L ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦਾ ਮਾਪ ਹੈ। LC ਸਰਕਿਟ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ, $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ ਅਤੇ ਸਪ੍ਰਿੰਗ ਦੇ ਡੋਲਨ ਕਰਦੇ ਪੁੰਜ ਲਈ, $\omega_0 = \sqrt{k/m}$। ਇਸ ਲਈ $1/C$ ਸਪ੍ਰਿੰਗ ਨਿਯਤਾਂਕ k ਦੇ ਸਮਤੁਲ ਹੈ। ਨਿਯਤਾਂਕ, k $(=F/x)$ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਇਕਾਈ ਵਿਸਥਾਪਨ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ (ਬਾਹਰੀ) ਬਲ, ਜਦੋਂ ਕੀ $1/C$ $(=V/q)$ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਇਕਾਈ ਚਾਰਜ ਸਟੋਰ ਕਰਨ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਪੋਟੈਂਸ਼ਿਅਲ ਅੰਤਰ।

ਸਾਰਣੀ 7.1 ਵਿੱਚ ਯਾਂਤਰਿਕ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੀ ਸਮਾਨਤਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। *ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ LC ਦੋਲਨਾਂ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਉਪਰੋਕਤ ਚਰਚਾ ਦੋ ਕਾਰਨਾਂ ਤੋਂ ਸਹੀ ਨਹੀਂ ਹੈ :*

ਸਾਰਣੀ 7.1 ਯਾਂਤਰਿਕ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਵਿੱਚ ਸਮਤੁਲਤਾ

ਯਾਂਤਰਿਕ ਸਿਸਟਮ	ਬਿਜਲਈ ਸਿਸਟਮ
ਪੁੰਜ m	ਪ੍ਰੇਰਕਤਵ L
ਬਲ ਨਿਅਤਾਂਕ	ਉਲਟ ਕਪੈਸਿਟੈਂਸ (Reciprocal capacitance) $1/C$
ਵਿਸਥਾਪਨ x	ਚਾਰਜ q
ਵੇਗ $v = dx/dt$	ਕਰੰਟ $i = dq/dt$
ਯਾਂਤਰਿਕ ਊਰਜਾ $E = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2$	$U = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}Li^2$

(i) ਹਰੇਕ ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਨਾ ਕੁੱਝ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵਗਦੇ ਕਰੰਟ ਤੇ ਅਵ ਮੰਦਕ (damping) ਪ੍ਰਭਾਵ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨ ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

(ii) ਜੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਸਿਫਰ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਵੀ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਸਥਿਰ ਨਹੀਂ ਰਹੇਗੀ। ਇਹ ਸਿਸਟਮ ਤੋਂ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਿਕਲੇਗੀ (ਅਗਲੇ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਇਸ ਵਿਸ਼ੇ ਤੇ ਵਿਸਤਾਰ ਨਾਲ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ) ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਰੇਡੀਓ ਅਤੇ ਟੀ.ਵੀ. ਟ੍ਰਾਂਸਮਿਟਰਾਂ ਦੀ ਕਾਰਜ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਦੇ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਦੋ ਵੱਖ ਵੱਖ ਪਰਿਘਟਨਾਵਾਂ, ਸਮਾਨ ਗਣਿਤਕ ਵਿਵਹਾਰ (TWO DIFFERENT PHENOMENA, SAME MATHEMATICAL TREATMENT)

ਤੁਸੀਂ ਜਮਾਤ XI ਦੀ ਭੌਤਿਕੀ ਦੀ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਅਨੁਭਾਗ 14.10 ਵਿੱਚ ਵਰਣਿਤ ਜਬਰੀ ਅਵਮੰਦਿਤ ਦੋਲਕ (forced damped oscillator) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ac ਤੋਂ ਜੁੜੇ *LCR* ਸਰਕਿਟ ਨਾਲ ਕਰਨਾ ਚਾਹੋਗੇ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਟਿੱਪਣੀ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਕਰ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜਮਾਤ XI ਦੀ ਪਾਠਪੁਸਤਕ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਸਮੀਕਰਨ [14.37(b)] ਅਤੇ ਇਸ ਅਧਿਆਏ ਦੀ ਸਮੀਕਰਨ (7.28) ਵਿੱਚ ਭਾਵੇਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸੰਕੇਤ ਚਿਨ੍ਹ ਅਤੇ ਪੈਰਾ ਮੀਟਰ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਗਏ ਨੇ, ਫਿਰ ਵੀ ਇਹ ਇਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ ਬਿਲਕੁੱਲ ਮਿਲਦੀ ਜੁਲਦੀ ਹੈ। ਆਓ, ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋ ਪਰਿਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਵੱਖ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੀ ਸਮਤੁਲਨਾ ਸੂਚੀ ਬੱਧ ਕਰੀਏ :

ਜਬਰੀ ਦੋਲਨ Forced oscillations	ਸੰਚਾਲਿਤ *LCR* ਸਰਕਟ
$m\dfrac{d^2x}{dt^2}+b\dfrac{dx}{dt}+kx=F\cos\omega_d\, t$	$L\dfrac{d^2q}{dt^2}+R\dfrac{dq}{dt}+\dfrac{q}{C}=v_m\sin\omega t$
ਵਿਸਥਾਪਨ, x	ਕਪੈਸਿਟਰ ਤੇ ਚਾਰਜ, q
ਸਮੇਂ, t	ਸਮੇਂ, t
ਪੁੰਜ, m	ਇੰਡਕਟੈਂਸ, L
ਅਵਮੰਦਨ ਨਿਯਤਾਂਕ, b	ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ, R
ਸਪ੍ਰਿੰਗ, ਨਿਯਤਾਂਕ, k	ਉਲਟ ਕਪੈਸਿਟੇਂਸ, $1/C$
ਸੰਚਾਲਕ ਆਵ੍ਰਿਤੀ, ω_d	ਸੰਚਾਲਕ ਆਵ੍ਰਿਤੀ, ω
ਦੋਲਕ ਦੀ ਕੁਦਰਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ, ω	LCR ਸਰਕਿਟ ਦੀ ਕੁਦਰਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ, ω_0
ਜਬਰੀ ਦੋਲਨਾ ਦਾ ਆਯਾਮ, A	ਸੰਚਿਤ ਅਧਿਕਤਮ ਚਾਰਜ, q_m
ਸੰਚਾਲਕ ਬਲ ਦਾ ਆਯਾਮ, F_0	ਲਗਾਈ ਗਈ ਵੋਲਟਤਾ ਦਾ ਆਯਾਮ, v_m

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਕਿਉਂਕਿ ਵਿਸਥਾਪਨ *(x)*, ਚਾਰਜ *(q)* ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਆਯਾਮ (ਅਧਿਕਤਮ ਵਿਸਥਾਪਨ) A ਦੇ ਸੰਗਤ ਅਧਿਕਤਮ ਸਟੋਰ ਚਾਰਜ, q_m ਹੋਵੇਗਾ। ਜਮਾਤ XI ਦੀ ਸਮੀਕਰਨ [14.39 (a)] ਹੋਰ ਪੈਰਾ ਮੀਟਰਾਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨਾਂ ਦਾ ਆਯਾਮ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਜੋ ਸੌਖ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇੱਥੇ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ :

$$A=\frac{F_0}{\left\{m^2(\omega^2-\omega_d^2)^2+\omega_d^2b^2\right\}^{1/2}}$$

ਉਪਰੋਕਤ ਸਮੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਪੈਰਾਮੀਟਰ ਨੂੰ ਉਸਦੇ ਸੰਗਤ ਬਿਜਲਈ ਰਾਸ਼ੀ ਤੋਂ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪਿਤ ਕਰੋ ਅਤੇ ਵੇਖੋ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ L, C, ω, ਅਤੇ ω_0 ਨੂੰ ਸੰਬੰਧਾਂ $X_L=\omega L$, $X_C=1/\omega C$, ਅਤੇ $\omega_0^2=1/LC$ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਹਟਾਓ। ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਸਮੀਕਰਨ (7.33) ਅਤੇ (7.34) ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰੋਗੇ ਤਾਂ ਤੁਸੀਂ ਪਾਓਗੇ ਕਿ ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਪੂਰਾ ਤਾਲਮੇਲ ਹੈ।

ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਇਹੋ ਜਿਹੀਆਂ ਅਨੇਕ ਸਥਿਤੀਆਂ ਨਾਲ ਤੁਹਾਡਾ ਸਾਮਨਾ ਹੋਵੇਗਾ, ਜਿੱਥੇ ਬਿਲਕੁੱਲ ਅਲਗ ਭੌਤਿਕ ਪਰਿਘਟਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਇਕੋ ਜਿਹੀ ਗਣਿਤਿਕ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਸੇ ਇਕ ਨੂੰ ਹੱਲ ਕਰ ਚੁਕੇ ਹੋ ਤਾਂ ਦੂਸਰੀ ਨੂੰ ਹੱਲ ਕਰਨ ਲਈ ਤੁਸੀਂ ਕੇਵਲ ਸੰਗਤ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪਿਤ ਕਰਕੇ ਨਵੇਂ ਸੰਦਰਭ ਵਿੱਚ ਪਰਿਣਾਮ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ। ਸਾਡਾ ਸੁਝਾ ਹੈ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਖੇਤਰਾਂ ਤੋਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸਮਾਨ ਪਰਿਸਥਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਖੋਜੋ। ਸਾਨੂੰ ਇਨ੍ਹਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੇ ਅੰਤਰਾਂ ਤੋਂ ਵੀ ਅਵਗਤ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 7.11 ਦਰਸਾਓ ਕਿ LC ਸਰਕਟ ਦੀਆਂ ਮੁਕਤ ਡੋਲਨਾਂ ਵਿੱਚ, ਕੈਪੀਸਟਰ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਉਰਜਾਵਾਂ ਦਾ ਜੋੜ, ਸਮੇਂ ਦੇ ਬਦਲਣ ਤੇ ਵੀ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ।

ਹੱਲ— ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਕਿਸੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਤੇ ਅਰੰਭਿਕ ਚਾਰਜ q_0 ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਕੈਪੀਸਟਰ L ਪ੍ਰੇਰਕਤਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰੇਰਕ ਦੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਤੁਸੀਂ ਸੈਕਸ਼ਨ 7.8 ਵਿੱਚ ਪੜਿਆ ਹੈ, ਇਸ LC ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ

ਆਕ੍ਰਿਤੀ (ω) ਇਥੇ $\omega\left(=2\pi\nu=\dfrac{1}{\sqrt{LC}}\right)$ ਦੇ ਡੋਲਨ ਬਣੇ ਰਹਿਣਗੇ।

ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਤੇ, ਕੈਪੀਸਟਰ ਤੇ ਚਾਰਜ q ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ i ਹੈ,

$$q(t) = q_0 \cos \omega t$$

$$i(t) = -q_0\, \omega \sin \omega t$$

ਸਮਾਂ t ਤੇ, ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਉਰਜਾ

$$U_E = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{q_0^2}{2C} \cos^2(\omega t)$$

ਸਮਾਂ t ਤੇ ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਉਰਜਾ

$$U_M = \frac{1}{2} L i^2$$

$$= \frac{1}{2} L q_0^2 \omega^2 \sin^2(\omega t)$$

$$= \frac{q_0^2}{2C} \sin^2(\omega t) \quad \left(\because \omega^2 = 1/\sqrt{LC}\right)$$

ਉਰਜਾਵਾਂ ਦਾ ਜੋੜ

$$U_E + U_M = \frac{q_0^2}{2C}\left[\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t\right]$$

$$= \frac{q_0^2}{2C}$$

ਕਿਉਂਕਿ q_0 ਅਤੇ C, ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਜੋੜ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ। ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਉਰਜਾਵਾਂ ਦਾ ਇਹ ਜੋੜ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀ ਅਰੰਭਿਕ ਉਰਜਾ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਅਜਿਹਾ ਕਿਉਂ ਹੈ? ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ।

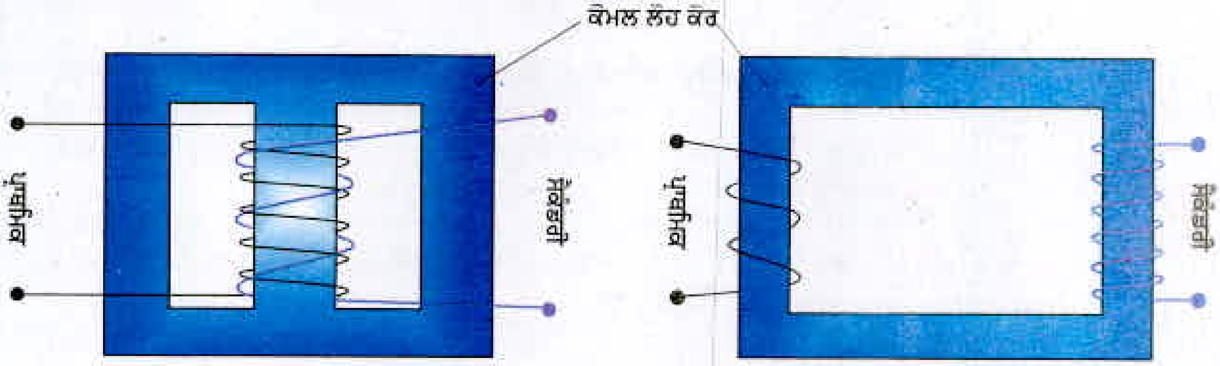
ਉਦਾਹਰਨ 7.11

7.9 ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ (TRANSFORMERS)

ਅਨੇਕਾਂ ਉਦੇਸ਼ਾਂ ਲਈ ac ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਇਕ ਮਾਨ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਵੱਧ ਜਾਂ ਘੱਟ ਮਾਨ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਨਾ (ਜਾਂ ਰੂਪਾਂਤਰਿਤ ਕਰਨਾ) ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਜਿਹਾ ਪਰਸਪਰਿਕ ਪ੍ਰੇਰਣ (Mutual Induction) ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਇੱਕ ਯੁਕਤੀ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ (Transformer) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਵਿੱਚ ਦੋ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਜੋ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਉਹ ਇੱਕ ਕੋਮਲ-ਲੋਹ ਕੋਰ ਤੇ ਲਪੇਟੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਲਪੇਟਨ ਦੀ ਵਿਧੀ ਜਾਂ ਤਾਂ ਚਿੱਤਰ 7.20(a) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦੂਸਰੀ ਉਪਰ ਲਪੇਟੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਾਂ ਫਿਰ ਚਿੱਤਰ 7.20(b) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਦੋਨੋਂ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਕੋਰ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਭੁਜਾਵਾਂ ਤੇ ਲਪੇਟੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇੱਕ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ *(primary coil)* ਕੁੰਡਲੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ N_p ਲਪੇਟੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਦੂਸਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ (Secondary coil) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਵਿੱਚ N_s ਲਪੇਟੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਆਮ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਨਿਵੇਸ਼ੀ ਕੁੰਡਲੀ (input coil) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਨਿਰਗਤ (output) ਕੁੰਡਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 7.20 ਕਿਸੇ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਨੂੰ ਲਪੇਟਨ ਦੀਆਂ ਦੋ ਵਿਵਸਥਾਵਾਂ : (a) ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਉਪਰ ਲਪੇਟੀਆਂ ਦੋ ਕੁੰਡਲੀਆਂ (b) ਕੋਰ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਭੁਜਾਵਾਂ ਤੇ ਲਪੇਟੀਆਂ ਕੁੰਡਲੀਆਂ

ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਰਤਵੀਂ ਵੋਲਟੇਜ ਲਗਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਪਰਿਣਾਮੀ ਕਰੰਟ ਇਕ ਪਰਤਵਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਨਾਲ ਸੰਯੋਜਿਤ ਹੋ ਕੇ ਇਸ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਇੱਕ emf ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ emf ਦਾ ਮਾਨ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਲਪੇਟਿਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਮੰਨ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਸਾਡਾ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਇਕ ਆਦਰਸ਼ ਟਰਾਂਸਫਰਮਰ ਹੈ ਜਿਸ ਦੀ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਨਿਗੂਣਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕੋਰ ਦਾ ਸੰਪੂਰਣ ਫਲਕਸ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਦੋਨੋਂ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਵਿੱਚੋਂ ਲੰਘਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ v_p ਲਗਾਉਣ ਤੇ, ਮੰਨਿਆਂ ਕਿਸੇ ਪਲ t ਤੇ, ਇਸ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਹਰੇਕ ਫੇਰਾ ਕੋਰ ਵਿੱਚ ϕ ਫਲਕਸ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਤਾਂ N_s ਲਪੇਟਿਆਂ ਵਾਲੀ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ emf ਜਾਂ ਵੋਲਟੇਜ ε_s ਹੈ

$$\varepsilon_s = -N_s \frac{d\phi}{dt} \tag{7.45}$$

ਪਰਤਵੀਂ ਫਲਕਸ, ϕ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਵੀ ਇੱਕ emf ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਰਿਵਰਸ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਹੈ,

$$\varepsilon_p = -N_p \frac{d\phi}{dt} \tag{7.46}$$

ਪਰ, $\varepsilon_p = v_p$ ਜੇ ਅਜਿਹਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਤਾਂ ਅਰੰਭਿਕ ਕੁੰਡਲੀ (ਜਿਸਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਅਸੀਂ ਜ਼ੀਰੋ ਮੰਨਿਆ ਹੈ) ਵਿੱਚ ਅਨੰਤ ਪਰਿਣਾਮ ਦਾ ਕਰੰਟ ਵਗਣ ਲੱਗੇਗਾ। ਜੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਸਿਰੇ ਮੁਕਤ ਹੋਣ ਜਾਂ ਇਸ ਵਿੱਚੋਂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਕਰੰਟ ਲਿਆ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਕਾਫੀ ਨੇੜੇ ਵਾਲੇ ਮਾਨ ਤੱਕ

$$\varepsilon_s = v_s$$

ਇਥੇ v_s ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨਾਂ (7.45) ਅਤੇ (7.46) ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ-

$$v_s = -N_s \frac{d\phi}{dt} \tag{7.45(a)}$$

$$v_p = -N_p \frac{d\phi}{dt} \qquad [7.46(a)]$$

ਸਮੀਕਰਨ [7.45 (a)] ਅਤੇ [7.46 (a)] ਤੋਂ

$$\frac{v_s}{v_p} = \frac{N_s}{N_p} \qquad (7.47)$$

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਉਪਰੋਕਤ ਸੰਬੰਧ ਦੀ ਵਿਉਤਪੱਤੀ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਤਿੰਨ ਕਲਪਨਾਵਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ- (i) ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ ਵੱਗਣ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ ਘੱਟ ਹੈ; (ii) ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਫਲਕਸ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ; ਅਤੇ (iii) ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਕਰੰਟ ਵਗਦਾ ਹੈ।

ਜੇ ਇਹ ਮੰਨ ਲਿਆ ਜਾਵੇ ਕਿ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਦਕਸ਼ਤਾ (efficiency) 100% ਹੈ ਕੋਈ ਊਰਜਾ ਨਸ਼ਟ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ); ਤਾਂ ਨਿਵੇਸ਼ੀ ਸ਼ਕਤੀ, ਨਿਰਗਤ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਕਿਉਂਕਿ $p = i\,v$,

$$i_p v_p = i_s v_s \qquad (7.48)$$

ਜਦੋਂਕਿ ਕੁੱਝ ਨਾ ਕੁਝ ਊਰਜਾ ਸਦਾ ਨਸ਼ਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਫਿਰ ਵੀ ਇਹ ਇੱਕ ਵਧੀਆ ਨੇੜੇ ਦਾ ਅੰਦਾਜ਼ਾ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਇੱਕ ਵਧੀਆ ਢੰਗ ਨਾਲ ਬਣੇ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਦਕਸ਼ਤਾ 95% ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (7.47) ਅਤੇ (7.48) ਨੂੰ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕਰਨ ਤੇ,

$$\frac{i_p}{i_s} = \frac{v_s}{v_p} = \frac{N_s}{N_p} \qquad (7.49)$$

ਕਿਉਂਕਿ i ਅਤੇ v ਦੀ ਡੋਲਨ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਉਹੀ ਹੈ ਜੋ ac ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ, ਸਮੀਕਰਨ (7.49) ਨਾਲ ਸੰਗਤ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੇ ਆਯਾਮਾਂ ਜਾਂ rms ਮਾਨਾਂ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਵੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਮਾਨਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ

$$V_s = \left(\frac{N_s}{N_p}\right) V_p \quad \text{and} \quad I_s = \left(\frac{N_p}{N_s}\right) I_p \qquad (7.50)$$

ਅਰਥਾਤ ਜੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਤੋਂ ਵੱਧ ਫੇਰੇ ਹਨ ($N_s > N_p$) ਤਾਂ ਵੋਲਟੇਜ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ($V_s > V_p$)। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ ਨੂੰ ਸਟੈਪ-ਅਪ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ (Step up transformer) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਪਰ, ਇਸ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿੱਚ, ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ($N_p/N_s < 1$ ਅਤੇ $I_s < I_p$)। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਜੇ ਕਿਸੇ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ 100 ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ 200 ਲਪੇਟੇ ਹੋਣ ਤਾਂ $N_s/N_p = 2$ ਅਤੇ $N_p/N_s = 1/2$। ਇਸ ਲਈ 220V, 10A ਦਾ ਨਿਵੇਸ਼ ਵੱਧ ਕੇ 440 V ਦੀ ਆਊਟਪੁਟ 5.0 A ਤੇ ਦੇਵੇਗਾ।

ਜੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਤੋਂ ਘੱਟ ਲਪੇਟੇ ਹਨ ($N_s < N_p$) ਤਾਂ ਇਹ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਸਟੈਪ ਡਾਊਨ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ (step down) ਹੈ। ਇਸ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਵਿੱਚ $V_s < V_p$ ਅਤੇ $I_s > I_p$ ਅਰਥਾਤ ਵੋਲਟੇਜ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਉਪਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸਮੀਕਰਨ ਆਦਰਸ਼ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰਾਂ ਲਈ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ (ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਊਰਜਾ ਨਸ਼ਟ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ)। ਪਰ ਵਾਸਤਵਿਕ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਾਂ ਵਿੱਚ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਕਾਰਨਾਂ ਕਰਕੇ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਵਿਚ ਊਰਜਾ ਨਸ਼ਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

(i) *ਫਲਕਸ ਖੈ* : ਹਮੇਸ਼ਾ ਕੁੱਝ ਨਾ ਕੁੱਝ ਫਲਕਸ ਦੀ ਹਾਨੀ ਹੁੰਦੀ ਹੀ ਹੈ, ਅਰਥਾਤ ਕੋਰ ਦੇ ਖਰਾਬ ਢੰਗ ਨਾਲ ਬਣੇ ਹੋਣ ਜਾਂ ਵਿੱਚ ਖਾਲੀ ਥਾਂ ਹੋਣ ਕਾਰਨ, ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦੀ ਸਾਰੀ ਫਲਕਸ ਸੈਕੰਡਰੀ

ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚੋਂ ਨਹੀਂ ਲੰਘਦੀ। ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਉਪਰ ਲਪੇਟ ਕੇ ਫਲਕਸ ਖੈ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

(ii) *ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ* : ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਬਣਾਉਣ ਵਿੱਚ ਲਗੀਆਂ ਤਾਰਾਂ ਦਾ ਕੁੱਝ ਨਾ ਕੁੱਝ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਤਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਤਾਰਾਂ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਤਾਪ ਊਰਜਾ (I^2R) ਦੇ ਕਾਰਨ ਊਰਜਾ ਖੈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉੱਚ ਕਰੰਟ, ਨਿਮਨ ਵੋਲਟੇਜ, ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਵਿੱਚ ਮੋਟੇ ਤਾਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ, ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਊਰਜਾ ਹਾਨੀ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

(iii) *ਐਡੀ ਕਰੰਟ (Eddy currents)* : ਪਰਤਵੀਂ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ, ਲੋਹ ਕੋਰ ਵਿੱਚ ਐਡੀ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਕੇ, ਇਸ ਨੂੰ ਗਰਮ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਤਹਿਦਾਰ ਕੋਰ (laminated core) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਇਸ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

(iv) *ਹਿਸਟੀਰਿਸੀਸ (Hysteresis)* : ਪਰਤਵੇਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੁਆਰਾ ਕੋਰ ਦਾ ਚੁੰਬਕਨ ਬਾਰ-ਬਾਰ ਪਲਟਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਖਰਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਊਰਜਾ ਕੋਰ ਵਿੱਚ ਤਾਪ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਗਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਘੱਟ ਹਿਸਟੀਰਿਸੀਸ ਵਾਲੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਕੋਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਕੇ ਇਸ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਘੱਟ ਰੱਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਵੱਡੇ ਪੈਮਾਨੇ ਤੇ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ (transmission) ਅਤੇ ਵੰਡ (distribution) ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜਨਰੇਟਰ ਦੀ ਨਿਰਗਤ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਨੂੰ ਸਟੈਪ ਅਪ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਤਾਂਕਿ ਕਰੰਟ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ I^2R ਹਾਨੀ ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਖਪਤਕਾਰ ਦੇ ਨੇੜੇ ਸਥਿਤ ਖੇਤਰੀ ਉਪ-ਸਟੇਸ਼ਨ ਤੱਕ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਥੇ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਸਟੈਪ ਡਾਊਨ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਵੰਡ ਉਪ-ਸਟੇਸ਼ਨਾਂ ਅਤੇ ਖੰਭਿਆਂ ਤੇ ਫਿਰ ਤੋਂ ਸਟੈਪ ਡਾਊਨ ਕਰਕੇ 240 V ਦੀ ਸ਼ਕਤੀ ਆਪੂਰਤੀ ਸਾਡੇ ਘਰਾਂ ਨੂੰ ਪਹੁੰਚਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਸਾਰ (SUMMARY)

1. ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ R ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਕੋਈ ਪਰਤਵੀਂ ਵੋਲਟੇਜ਼ $v = v_m \sin \omega t$ ਲਗਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ $i = i_m \sin\omega t$ ਸੰਚਾਲਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿੱਥੇ, $i_m = \frac{v_m}{R}$. ਇਹ ਕਰੰਟ ਲਗਾਈ ਵੋਲਟੇਜ ਦੀ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

2. ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ R ਵਿੱਚੋਂ ਵਗਦੇ ਪਰਤਵੀ ਕਰੰਟ $i = i_m \sin\omega t$ ਦੇ ਲਈ ਜੂਲ ਤਾਪ ਦੇ ਕਾਰਨ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਖੈ $(1/2)i_m^2R$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਉਸੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਅਕਤ ਕਰਨ ਲਈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ dc ਸ਼ਕਤੀ ($P = I^2R$), ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਕਰੰਟ ਦੇ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਮਾਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਵਰਗ ਔਸਤ ਮੂਲ (rms) ਕਰੰਟ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ I ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ :

$$I = \frac{i_m}{\sqrt{2}} = 0.707\, i_m$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, *rms* ਵੋਲਟੇਜ

$$V = \frac{v_m}{\sqrt{2}} = 0.707\, v_m$$

ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ $P = IV = I^2R$

3. ਕਿਸੇ ਸ਼ੁੱਧ ਪ੍ਰੇਰਕ L ਤੇ ਵਰਤੀ ac ਵੋਲਟੇਜ $v = v_m \sin\omega t$ ਇਸ ਵਿੱਚ $i = i_m \sin(\omega t \quad \pi/2)$, ਕਰੰਟ ਸੰਚਾਲਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਇੱਥੇ $i_m = v_m/X_L$ ਜਿੱਥੇ $X_L = \omega L$. X_L ਨੂੰ *ਪ੍ਰੇਰਕ ਪ੍ਰਤੀਘਾਤ* (inductive reactance) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਵੋਲਟੇਜ ਤੋਂ $\pi/2$ ਰੇਡੀਅਨ ਤੋਂ ਪਿੱਛੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇੱਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰੇਰਕ ਨੂੰ ਸਪਲਾਈ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਜ਼ੀਰੋ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

4. ਕਿਸੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਅਪਲਾਈ ac ਵੋਲਟੇਜ $v = v_m \sin\omega t$ ਉਸ ਵਿੱਚ $i = i_m \sin(\omega t + \pi/2)$ ਕਰੰਟ ਸੰਚਾਲਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ

$$i_m = \frac{v_m}{X_C},\ X_C = \frac{1}{\omega C}$$

X_C ਨੂੰ *ਕੈਪੀਸਟਿਵ ਪ੍ਰਤਿਘਾਤ* (Capacitive reactance) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਕੈਪੀਸਟਰ ਵਿੱਚ ਵਗਦਾ ਕਰੰਟ ਵੋਲਟੇਜ $\pi/2$ ਰੇਡੀਅਨ ਨਾਲ ਅੱਗੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰੇਰਕ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੀ ਇੱਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਕੈਪੀਸਟਰ ਨੂੰ ਆਪੂਰਤ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਜ਼ੀਰੋ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

5. ਵੋਲਟੇਜ $v = v_m \sin\omega t$ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਲਿਤ ਕਿਸੇ ਲੜੀਬੱਧ ਢੰਗ ਨਾਲ ਜੁੜੇ *LCR* ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਵਿਅੰਜਕ ਨਾਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ; $i = i_m \sin(\omega t + \phi)$

ਇੱਥੇ $$i_m = \frac{v_m}{\sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}}$$

ਅਤੇ $$\phi = \tan^{-1}\frac{X_C - X_L}{R}$$

$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$ ਨੂੰ ਸਰਕਟ ਦੀ *ਪ੍ਰਤੀਬਾਧਾ (impedance)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਇੱਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਖੈ ਨੂੰ ਨਿਮਨ ਸੂਤਰ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਨ,

$$P = V\ I\ \cos\phi$$

ਪਦ $\cos\phi$ ਨੂੰ *ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

6. ਕਿਸੇ ਸ਼ੁੱਧ ਪ੍ਰੇਰਕ ਜਾਂ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੇ ਲਈ $\cos\phi = 0$। ਅਜਿਹੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਜਦੋਂ ਕਿ ਕਰੰਟ ਤਾਂ ਵਗਦਾ ਹੈ ਪਰ ਸ਼ਕਤੀ ਖੈ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਜਿਹੀਆਂ ਉਦਾਹਰਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਨੂੰ *ਵਾਟਹੀਨ (wattless)* ਕਰੰਟ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

7. ਕਿਸੇ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧ ਨੂੰ ਸੌਖਿਆਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਚ ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਘੁੰਮਦੇ ਸਦਿਸ਼ਾਂ ਨਾਲ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਘੁੰਮਦੇ ਸਦਿਸ਼ਾਂ ਨੂੰ ਫੇਜ਼ਰ (phasor) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਫੇਜ਼ਰ ਇੱਕ ਸਦਿਸ਼ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ ਜੋ ω ਚਾਲ ਨਾਲ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਘੁੰਮਣ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਫੇਜ਼ਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਫੇਜ਼ਰ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰੂਪਤ ਰਾਸ਼ੀ (ਵੋਲਟੇਜ ਜਾਂ ਕਰੰਟ) ਦੇ ਆਯਾਮ ਜਾਂ ਸ਼ਿਖਰ ਮਾਨ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਫੇਜ਼ਰ ਆਰੇਖ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ac ਸਰਕਟ ਦਾ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਨ ਅਸਾਨ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

8. ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਘਟਨਾ ਕਿਸੇ ਲੜੀਬੱਧ LCR ਸਰਕਟ ਦੀ ਇੱਕ ਰੋਚਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਅਨੁਨਾਦ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਰਥਾਤ ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ਤੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਅਧਿਕਤਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। $Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 CR}$ ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਗੁਣਤਾ ਕਾਰਕ (quality factor) Q ਅਨੁਨਾਦ ਦੇ ਤਿਖੇਪਣ ਦਾ ਸੰਕੇਤਕ ਹੈ। Q ਦਾ ਵੱਧ ਮਾਨ ਇਹ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਰੰਟ ਦਾ ਸ਼ਿਖਰ ਤੁਲਨਾਤਮਕਤਾਂ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਤਿੱਖਾ ਹੈ।

9. ac ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਤੋਂ ਬਿਨਾਂ ਕੋਈ ਅਜਿਹਾ ਸਰਕਟ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਪ੍ਰੇਰਕ L ਅਤੇ ਕੈਪੀਸਟਰ C (ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜਿਤ) ਹਨ, ਮੁਕਤ ਡੋਲਨ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕੈਪੀਸਟਰ ਦਾ ਚਾਰਜ q ਇੱਕ ਸਰਲ ਆਵਰਤ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ :

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਮੁਕਤ ਡੋਲਨਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਊਰਜਾ ਕੈਪੀਸਟਰ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਰਕ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਡੋਲਨ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਜਾਂ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ।

10. ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਲੋਹੇ ਦੀ ਕੋਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ N_p ਦੀ ਇੱਕ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਅਤੇ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ N_s ਦੀ ਇੱਕ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਲਪੇਟੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ac ਸ੍ਰੋਤ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਵੇ, ਤਾਂ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਵੋਲਟੇਜ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਵਿਅੰਜਕ ਦੁਆਰਾ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ-

$$V_s = \left(\frac{N_s}{N_p}\right)V_p$$

ਅਤੇ ਦੋਨਾਂ ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸੂਤਰ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$I_s = \left(\frac{N_p}{N_s}\right)I_p$$

ਜੇ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਲਪੇਟਿਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਵੱਧ ਹੈ ਤਾਂ ਵੋਲਟੇਜ ਉੱਚ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ($V_s > V_p$)। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਯੁਕਤੀ ਨੂੰ *ਸਟੈਪ ਅਪ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਪਰ ਜੇ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਸੈਕੰਡਰੀ ਵਿਚ ਲਪੇਟਿਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਘੱਟ ਹੈ ਤਾਂ *ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਸਟੈਪ ਡਾਊਨ* ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ	ਪ੍ਰਤੀਕ	ਵਿਮ	ਮਾਤਰਕ	ਵਿਸ਼ੇਸ਼
rms ਵੋਲਟੇਜ	V_{rms}	$[M L^2 T^{-3} A^{-1}]$	V	$V_{rms} = \frac{v_m}{\sqrt{2}}$, v_m *ac* ਵੋਲਟੇਜ ਦਾ ਆਯਾਮ ਹੈ।
rms ਕਰੰਟ	I_{rms}	[A]	A	$I_{rms} = \frac{i_m}{\sqrt{2}}$, i_m ac ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਹੈ।
ਪ੍ਰਤੀਘਾਤ :				
ਪ੍ਰੇਰਕਤਾ	X_L	$[M L^2 T^{-3} A^{-2}]$	Ω	$X_L = \omega L$
ਕੈਪੀਸਟੀਵ	X_C	$[M L^2 T^{-3} A^{-2}]$	Ω	$X_C = 1/\omega C$
ਪ੍ਰਤਿਬਾਧਾ	Z	$[M L^2 T^{-3} A^{-2}]$	Ω	ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਘਟਕਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।
ਅਨੁਵਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ	ω_r or ω_0	$[T^{-1}]$	Hz	$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ਇੱਕ ਲੜੀਬੱਧ *LCR* ਸਰਕਟ ਲਈ
ਗੁਣਤਾ ਕਾਰਕ	Q	ਵਿਮਹੀਨ		$Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 C R}$ ਲੜੀਬੱਧ *LCR* ਸਰਕਟ ਲਈ
ਸ਼ਕਤੀ ਕਾਰਕ		ਵਿਮਹੀਨ		$= \cos\phi$, ϕ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਲਗਾਈ ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ਹੈ।

ਵਿਚਾਰਣਯੋਗ ਵਿਸ਼ੇ (POINTS TO PONDER)

1. ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ac ਵੋਲਟੇਜ ਜਾਂ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਕੋਈ ਮਾਨ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਅਕਸਰ ਕਰੰਟ ਜਾਂ ਵੋਲਟੇਜ ਦਾ rms ਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤੁਹਾਡੇ ਕਮਰੇ ਵਿੱਚ ਲਗੇ ਬਿਜਲੀ ਸਵਿੱਚ ਦੇ ਟਰਮੀਨਲਾਂ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਆਮ ਕਰਕੇ 240 V ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੇ *rms* ਮਾਨ ਨੂੰ ਦਸਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵੋਲਟੇਜ ਦਾ ਆਯਾਮ $v_m = \sqrt{2}V = \sqrt{2}(240) = 340\,V$ ਹੈ।
2. ਕਿਸੇ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵਰਤੇ ਘਟਕ ਦੀ ਸ਼ਕਤੀ ਰੇਟਿੰਗ ਇਸ ਦੇ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਰੇਟਿੰਗ ਨੂੰ ਦਸਦੀ ਹੈ।
3. ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵਰਤੀ ਸ਼ਕਤੀ ਕਦੇ ਵੀ ਰਿਣਾਤਮਕ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ।
4. ਪਰਤਵੀਂ ਅਤੇ ਸਿੱਧੀ ਕਰੰਟ ਦੋਨਾਂ ਨੂੰ ਐਮਪੀਅਰ ਵਿੱਚ ਮਾਪਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਪਰਤਵੇਂ ਕਰੰਟ ਲਈ ਐਮਪੀਅਰ ਨੂੰ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ? ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ dc ਐਮਪੀਅਰ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸ ਨੂੰ (ac ਐਮਪੀਅਰ ਨੂੰ) ac ਕਰੰਟਾਂ ਨੂੰ ਵਹਿਣ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਦੋ ਸਮਾਂਤਰ ਤਾਰਾਂ ਦੇ ਪਰਸਪਰਿਕ ਆਕਰਸ਼ਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦੇ। ac ਕਰੰਟ ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਦਿਸ਼ਾ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਔਸਤ ਆਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਜ਼ੀਰੋ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ac ਐਮਪੀਅਰ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਅਜਿਹੇ ਗੁਣ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਾ ਕਰਦਾ ਹੋਵੇ। ਜੂਲ ਤਾਪਨ ਇਕ ਅਜਿਹਾ ਹੀ ਗੁਣ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪਰਤਵੇਂ ਕਰੰਟ ਦੇ *rms* ਮਾਨ ਨੂੰ ਇੱਕ ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜੇ ਇਹ ਕਰੰਟ ਉਹੀ ਔਸਤ ਤਾਪੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ dc ਕਰੰਟ ਦਾ ਇੱਕ ਐਮਪੀਅਰ ਉਹਨਾਂ ਹੀ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ਕਰਦਾ ਹੈ।
5. ਕਿਸੇ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵੱਖ ਵੱਖ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦਾ ਜੋੜ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਉਹਨਾਂ ਦੀਆਂ ਕਲਾਵਾਂ ਦਾ ਉਚਿਤ ਧਿਆਨ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਜੇ ਕਿਸੇ *RC* ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ V_R ਅਤੇ V_C ਕ੍ਰਮਵਾਰ *R* ਅਤੇ *C* ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਹੈ ਤਾਂ *RC* ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ $V_{RC} = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$ ਹੋਵੇਗੀ ਨਾ ਕਿ $V_R + V_C$ ਕਿਉਂਕਿ V_C ਅਤੇ V_R ਦੇ ਵਿੱਚ ਕਲਾ-ਅੰਤਰ $\pi/2$ ਹੈ।
6. ਜਦੋਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਫੇਜ਼ਰ ਆਰੇਖ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਸਦਿਸ਼ਾਂ ਨਾਲ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਪਰ ਇਹ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਸਦਿਸ਼ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਇਹ ਅਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਹਨ। ਅਜਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸਰਲ ਆਵਰਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਅਦਿਸ਼ਾਂ ਦੀਆਂ ਕਲਾਵਾਂ ਗਣਿਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੰਯੋਗ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸੰਗਤ ਪਰਿਮਾਣਾਂ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਦੇ ਘੁੰਮਣ ਸਦਿਸ਼ਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰੇਖਪ ਕਰਦੇ ਹਨ। 'ਰੋਟੇਟਿੰਗ ਸਦਿਸ਼' ਜੋ ਸਰਲ ਆਵਰਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਅਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦਾ ਨਿਰੂਪਣ ਕਰਦੇ ਹਨ ਸਾਨੂੰ ਇਹਨਾਂ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਨੂੰ ਇਸ ਲਈ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਜੋੜਨ ਦੀ ਸਰਲ ਵਿਧੀ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕੇ। ਇਸ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਉਸ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਸਦਿਸ਼ਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਤੋਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ।
7. ਕਿਸੇ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਸ਼ੁੱਧ ਕੈਪੀਸਟਰਾਂ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਰਕਾਂ ਤੋਂ ਕੋਈ ਸ਼ਕਤੀ ਖੈ ਨਹੀਂ ਜੁੜਿਆ ਹੋਇਆ। ਜੇ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਘਟਕ ਦੁਆਰਾ ਸ਼ਕਤੀ ਖੈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਘਟਕ ਹੈ।
8. ਕਿਸੇ *LCR* ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਅਨੁਨਾਦ ਦਾ ਵਰਤਾਰਾ ਉਦੋਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ $X_L = X_C$ ਜਾਂ $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ ਅਨੁਨਾਦ ਹੋਣ ਦੇ ਲਈ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ *L* ਅਤੇ *C* ਦੋਨੋਂ ਘਟਕਾਂ ਦਾ ਹੋਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਇਕ (*L* ਜਾਂ *C*) ਦੇ ਹੋਣ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਨਿਰੱਸਤ ਹੋਣ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਨੁਨਾਦ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ।
9. ਕਿਸੇ *LCR* ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ (power factor) ਇਸ ਗੱਲ ਨੂੰ ਮਾਪਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸਰਕਟ ਅਧਿਕਤਮ ਸ਼ਕਤੀ ਖਰਚ ਕਰਨ ਦੇ ਕਿੰਨੀ ਨੇੜੇ ਹੈ।
10. ਜਨਰੇਟਰਾਂ ਅਤੇ ਮੋਟਰਾਂ ਵਿੱਚ ਨਿਵੇਸ਼ ਅਤੇ ਨਿਰਗਾਹ ਦੀਆਂ ਭੂਮਿਕਾਵਾਂ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਉਲਟ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇੱਕ ਮੋਟਰ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਨਿਵੇਸ਼ ਹੈ ਅਤੇ ਯੰਤਰਿਕ ਊਰਜਾ ਨਿਰਗਤ ਹੈ; ਜਨਰੇਟਰ

ਵਿੱਚ ਯੰਤਰਿਕ ਊਰਜਾ ਨਿਵੇਸ਼ ਹੈ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਨਿਰਗਤ ਹੈ। ਦੋਨੋਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਰ ਨਾਲ ਦੂਸਰੇ ਵਿੱਚ ਰੂਪਾਂਤਰਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ।

11. ਇੱਕ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਾਰ (ਸਟੈਪ ਅਪ) ਨਿਮਨ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਉੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸੁਰਖਿਅਣ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਲੰਘਣ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਉਸੇ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

12. ਇਹ ਚੋਣ ਕਰਨਾ ਕਿ ਡੋਲਨ ਗਤੀ ਦਾ ਵਿਵਰਣ ਸਾਈਨ (Sine) ਜਾਂ ਕੋਸਾਈਨ (Cosine) ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਰੇਖੀ ਸੰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ, ਮਹੱਤਵਹੀਨ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਜ਼ੀਰੋ-ਸਮੇਂ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਇੱਕ ਨੂੰ ਦੂਸਰੇ ਵਿਚ ਰੂਪਾਂਤਰਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ (EXERCISES)

7.1 ਇੱਕ 100 Ω ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ 200 V, 50 Hz ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਹੈ।
(a) ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਦਾ rms ਮਾਨ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?
(b) ਇੱਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨਾ ਸ਼ੁੱਧ ਸ਼ਕਤੀ ਖਰਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

7.2 (a) ac ਸਪਲਾਈ ਦਾ ਸ਼ਿਖਰ ਮਾਨ 300 V ਹੈ। rms ਵੋਲਟੇਜ਼ ਕਿੰਨੀ ਹੈ?
(b) ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ rms ਮਾਨ 10 A ਹੈ। ਸ਼ਿਖਰ ਕਰੰਟ ਕਿੰਨਾਂ ਹੈ?

7.3 ਇੱਕ 44 mH ਦਾ ਪ੍ਰੇਰਕ 220 V, 50 Hz ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੇ rms ਮਾਨ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

7.4 ਇੱਕ 60 μF ਦਾ ਕੈਪੀਸਟਰ 110 V, 60 Hz ac ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੇ rms ਮਾਨ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

7.5 ਅਭਿਆਸ 7.3 ਅਤੇ 7.4 ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਦੇ ਦੌਰਾਨ ਹਰੇਕ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੀ ਸ਼ੁੱਧ ਸ਼ਕਤੀ ਸੰਖਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ? ਆਪਣੇ ਉੱਤਰ ਦਾ ਵਿਵਰਣ ਦਿਓ?

7.6 ਇੱਕ *LCR* ਸਰਕਟ ਦੀ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ $L = 2.0$H, $C = 32$ μF ਅਤੇ $R = 10$ Ω ਅਨੁਨਾਦ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ω_r ਪਤਾ ਕਰੋ। ਇਸ ਸਰਕਟ ਦੇ ਲਈ Q ਦਾ ਕੀ ਮਾਨ ਹੈ?

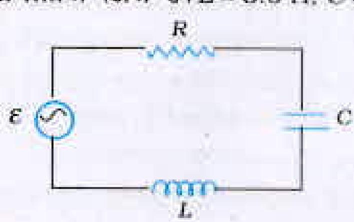
7.7 30 μF ਦਾ ਇੱਕ ਚਾਰਜਿਤ ਕੈਪੀਸਟਰ 27 mH ਦੇ ਪ੍ਰੇਰਕ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਦੇ ਮੁਕਤ ਡੋਲਨਾਂ ਦੀ ਕੋਈ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ?

7.8 ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਕਿ ਅਭਿਆਸ 7.7 ਵਿੱਚ ਕੈਪੀਸਟਰ ਤੇ ਆਰੰਭਿਕ ਚਾਰਜ 6 mC ਹੈ। ਅਰੰਭ ਵਿੱਚ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਕੁੱਲ ਕਿੰਨੀ ਊਰਜਾ ਜਮਾਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਕਿੰਨੀ ਹੋਵੇਗੀ?

7.9 ਇੱਕ ਲੜੀਵੱਧ *LCR* ਸਰਕਟ ਨੂੰ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ $R = 20$ Ω, $L = 1.5$ H ਅਤੇ $C = 35$ μF, ਇੱਕ ਪਰਤਵੀਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ 200 V ac ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਸਪਲਾਈ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਸਰਕਟ ਦੀ ਮੂਲ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇੱਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕੀਤੀ ਗਈ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੋਵੇਗੀ?

7.10 ਇੱਕ ਰੇਡੀਓ ਨੂੰ MW ਪ੍ਰਸਾਰਨ ਬੈਂਡ ਦੇ ਇੱਕ ਖੰਡ ਦੇ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਂਜ ਦੇ ਇੱਕ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਪਾਸੇ (800 kHz ਤੋਂ 1200 kHz) ਤੱਕ ਟਿਊਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਇਸ ਦੇ *LC* ਸਰਕਟ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵਕਾਰੀ ਪ੍ਰੇਰਕਤਾ 200 μH ਹੋਵੇ, ਤਾਂ ਉਸਦੇ ਪਰਵਰਤੀ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀ ਰੇਂਜ ਕਿੰਨੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ?
[*ਸੰਕੇਤ :* ਟਿਊਨ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਮੂਲ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਅਰਥਾਤ *LC* ਸਰਕਟ ਦੇ ਮੁਕਤ ਡੋਲਨਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਡਿਓ ਤਰੰਗ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ]

7.11 ਚਿੱਤਰ 7.21 ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਲੜੀਵੱਧ *LCR* ਸਰਕਟ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਪਰਿਵਰਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ 230 V ਦੇ ਸ੍ਰੋਤ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। $L = 5.0$ H, $C = 80$μF, $R = 40$ Ω.



ਚਿੱਤਰ 7.21

(a) ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜੋ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਅਨੁਨਾਦ ਪੈਦਾ ਕਰੇ।

(b) ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤਿਬਾਧਾ ਅਤੇ ਅਨੁਵਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(c) ਸਰਕਟ ਦੇ ਤਿੰਨਾਂ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਡ੍ਰਾਪ ਦੇ rms ਮਾਨਾਂ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਦਿਖਾਓ ਕਿ ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ LC ਸੰਯੋਗ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਡ੍ਰਾਪ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ।

ਹੋਰ ਅਭਿਆਸ (ADDITIONAL EXERCISES)

7.12 ਕਿਸੇ LC ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ 20 mH ਦਾ ਇੱਕ ਪ੍ਰੇਰਕ ਅਤੇ 50 μF ਦਾ ਇੱਕ ਕੈਪੀਸਟਰ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਅਰੰਭਿਕ ਚਾਰਜ 10 mC ਹੈ। ਸਰਕਟ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਨਿਗੁਣਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਉ ਕਿ ਉਹ ਸਮਾਂ ਜਿਸ ਤੇ ਸਰਕਟ ਬੰਦ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ $t = 0$ ਹੈ।

(a) ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਕੁਲ ਕਿੰਨੀ ਊਰਜਾ ਜਮ੍ਹਾਂ ਹੈ? ਕੀ ਇਹ LC ਡੋਲਨਾਂ ਸਮੇਂ ਸੁਰਖਿਅਤ ਹੈ?

(b) ਸਰਕਟ ਦੀ ਮੂਲ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕੀ ਹੈ?

(c) ਕਿਸ ਸਮੇਂ ਤੇ ਜਮ੍ਹਾਂ ਊਰਜਾ

(i) ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿਜਲਈ ਹੈ (ਅਰਥਾਤ ਉਹ ਕੈਪੀਸਟਰ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਹੈ)?

(ii) ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਹੈ (ਅਰਥਾਤ ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਜਮਾਂ ਹੈ)?

(d) ਕਿਹੜੇ ਸਮੇਂ ਤੇ ਸਾਰੀ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰੇਰਕ ਅਤੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਰਾਬਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੰਡੀ ਹੈ?

(e) ਜੇ ਇੱਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਨੂੰ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਲਗਾਇਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕਿੰਨੀ ਊਰਜਾ ਅੰਤ ਵਿਚ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਖੈ ਹੋਵੇਗੀ?

7.13 ਇੱਕ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਜਿਸਦਾ ਪ੍ਰੇਰਣ 0.50 H ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 100 Ω ਹੈ, 240 V ਅਤੇ 50 Hz ਦੀ ਇੱਕ ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ?

(a) ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਅਧਿਕਤਮ ਕਰੰਟ ਕਿੰਨਾਂ ਹੈ?

(b) ਵੋਲਟੇਜ ਸ਼ਿਖਰ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਸ਼ਿਖਰ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਮਾਂ-ਲੱਗ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

7.14 ਜੇ ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਸਪਲਾਈ (240 V, 10 kHz) ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਅਭਿਆਸ 7.13 (a) ਅਤੇ (b) ਦਾ ਉੱਤਰ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਸ ਕਥਨ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ ਕਿ ਅਤਿ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਕ ਲਗਭਗ ਖੁਲੇ ਸਰਕਟ ਦੇ ਤੁੱਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਥਿਰ ਅਵਸਥਾ ਦੇ ਬਾਅਦ ਕਿਸੇ dc ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਕ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

7.15 40 Ω ਦੇ ਲੜੀਬੱਧ ਵਿੱਚ ਇੱਕ 100 μF ਦੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਨੂੰ 110 V, 60 Hz ਦੀ ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ।

(a) ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਅਧਿਕਤਮ ਕਰੰਟ ਕਿੰਨਾਂ ਹੈ?

(b) ਕਰੰਟ ਸ਼ਿਖਰ ਅਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਸ਼ਿਖਰ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਮਾਂ-ਲੱਗ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

7.16 ਜੇ ਸਰਕਟ ਨੂੰ 110 V, 12 kHz ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਅਭਿਆਸ (a) ਅਤੇ (b) ਦਾ ਉੱਤਰ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਇਸ ਤੋਂ ਕਥਨ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ ਕਿ ਬਹੁਤ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੇ ਇੱਕ ਕੈਪੀਸਟਰ ਚਾਲਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਉਸ ਵਿਵਹਾਰ ਨਾਲ ਕਰ ਜੋ ਕਿਸੇ dc ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕੈਪੀਸਟਰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

7.17 ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨੂੰ ਇੱਕ ਲੜੀਵੱਧ LCR ਸਰਕਟ ਦੀ ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਰੱਖਦੇ ਹੋਏ ਤਿੰਨ ਘਟਕਾਂ L, C ਅਤੇ R ਨੂੰ ਸਮਾਂਤਰ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਲਗਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਦਰਸ਼ਾਓ ਕਿ ਸਮਾਂਤਰ LCR ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਕੁੱਲ ਕਰੰਟ ਨਿਊਨਤਮ ਹੈ। ਇਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਲਈ ਅਭਿਆਸ 7.11 ਵਿੱਚ ਨਿਰਦੇਸ਼ਿਤ ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸਰਕਟ ਦੀ ਹਰੇਕ ਸ਼ਾਖਾ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੇ rms ਮਾਨ ਨੂੰ ਪਤਾ ਕਰੋ।

7.18 ਇੱਕ ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਜਿਸ ਵਿੱਚ 80 mH ਦਾ ਇੱਕ ਪ੍ਰੇਰਕ ਅਤੇ 60 μF ਦਾ ਕੈਪੀਸਟਰ ਲੜੀਬੱਧ ਵਿੱਚ 230 V, 50 Hz ਦੀ ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਨਿਗੁਣਾ ਹੈ।

(a) ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਅਤੇ rms ਮਾਨਾਂ ਨੂੰ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਹਰੇਕ ਘਟਕ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਗਵਾਉਣ ਦੇ rms ਮਾਨਾਂ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(c) ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ?

(d) ਕੈਪੀਸਟਰ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ?

(e) ਸਰਕਟ ਦੁਆਰਾ ਸੋਖਿਤ ਕੁੱਲ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ? [ਔਸਤ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ 'ਕਿ ਇਸ ਨੂੰ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਲਿਆ ਗਿਆ ਹੈ)।

7.19 ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਕਿ ਅਭਿਆਸ 7.18 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 15 Ω ਹੈ। ਸਰਕਟ ਦੇ ਹਰੇਕ ਘਟਕ ਨੂੰ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਅਤੇ ਸੰਪੂਰਣ ਸੋਖਿਤ ਸ਼ਕਤੀ ਪਤਾ ਕਰੋ।

7.20 ਇੱਕ ਲੜੀਵੱਧ LCR ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਜਿਸ ਵਿੱਚ $L = 0.12$ H, $C = 480$ nF, $R = 23\ \Omega$, 230 V ਪਰਤਵੀਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵਾਲਾ ਸ੍ਰੋਤ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ।

(a) ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਉਹ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਕਰੰਟ ਆਯਾਮ ਅਧਿਕਤਮ ਹੈ। ਇਸ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਨੂੰ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਉਹ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਲਈ ਸਰਕਟ ਦੁਆਰਾ ਸੋਖਿਤ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਅਧਿਕਤਮ ਹੈ।

(c) ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਕਿਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਲਈ ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਸ਼ਕਤੀ ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਅੱਧੀ ਹੈ।

(d) ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਰਕਟ ਦੇ ਲਈ ਕਾਰਕ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

7.21 ਇੱਕ ਲੜੀਵੱਧ LCR ਸਰਕਟ ਦੇ ਲਈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ $L = 3.0$ H, $C = 27\ \mu$F ਅਤੇ $R = 7.4\ \Omega$ ਅਨੁਵਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਅਤੇ Q ਕਾਰਕ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਸਰਕਟ ਦੇ ਅਨੁਨਾਦ ਦੇ ਤਿਖੇਪਣ ਨੂੰ ਸੁਧਾਰਣ ਦੀ ਇੱਛਾ ਤੋਂ "ਅਰਥ ਉਚਾਈ ਤੇ ਪੂਰਣ ਚੌੜਾਈ" ਨੂੰ ਗੁਣਕ ਦੁਆਰਾ ਘਟਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਲਈ ਉਚਿਤ ਉਪਾਅ ਸੁਝਾਓ।

7.22 ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ—

(a) ਕੀ ਕਿਸੇ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਤੱਤਕਾਲੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਲੜੀਬੱਧ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਜੋੜੇ ਗਏ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਤੱਤਕਾਲੀ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਦੇ ਬੀਜਗਣਿਤਿਕ ਜੋੜਾਂ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ? ਕੀ ਇਹ ਗਲ rms ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਤੇ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੈ?

(b) ਪ੍ਰੇਰਣ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਨ।

(c) ਇੱਕ ਲਗਾਇਆਂ ਗਿਆ ਵੋਲਟੇਜ ਸਿਗਨਲ dc ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਇੱਕ ac ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ ਨਾਲ ਬਣਿਆ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਇੱਕ ਲੜੀਵੱਧ ਪ੍ਰੇਰਕ ਅਤੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਤੋਂ ਬਣਿਆ ਹੈ। ਦਰਸ਼ਾਓ ਕਿ dc ਸੰਕੇਤ C ਅਤੇ ac ਸੰਕੇਤ L ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਪ੍ਰਕਟ ਹੋਵੇਗਾ।

(d) ਇੱਕ ਲੈਂਪ ਨਾਲ ਲੜੀਵੱਧ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਜੁੜੀ ਚੋਕ ਨੂੰ ਇੱਕ dc ਲਾਈਨ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਲੈਂਪ ਤੇਜ਼ੀ ਨਾਲ ਚਮਕਦਾ ਹੈ। ਚੋਕ ਵਿੱਚ ਲੋਹੇ ਦੇ ਕੋਰ ਨੂੰ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਾਉਣ ਤੇ ਲੈਂਪ ਦੀ ਰੋਸ਼ਣੀ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਅੰਤਰ ਨਹੀਂ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਇੱਕ ac ਲਾਈਨ ਨਾਲ ਲੈਂਪ ਦਾ ਸੰਯੋਜਨ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਸੰਗਤ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦੀ ਭਵਿਖਬਾਨੀ ਕਰੋ।

(e) ac ਮੇਨਸ ਦੇ ਨਾਲ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਫਲੋਰੋਸੇਂਟ ਟਿਊਬ ਵਿੱਚ ਵਰਤੀ ਚੋਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦੀ ਲੋੜ ਕਿਉਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ? ਚੋਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਆਮ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ?

7.23 ਇਕ ਸ਼ਕਤੀ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਲਾਈਨ ਸਟੈਪ ਡਾਊਨ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਵਿੱਚ ਜਿਸਦੀ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ 4000 ਫੇਰੇ ਹਨ, 2300ਵੋਲਟ ਤੇ ਸ਼ਕਤੀ ਨਿਵੇਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। 230 V ਦੀ ਨਿਰਗਤ ਸ਼ਕਤੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਸੈਕੰਡਰੀ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੇ ਲਪੇਟੇ ਹੋਣੇ ਚਾਹੀਦੇ ਹਨ?

7.24 ਇੱਕ ਪਾਣੀ ਬਿਜਲੀ ਸ਼ਕਤੀ ਸੰਯੰਤਰ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਦਬਾਓ ਸ਼ੀਰਸ਼ 300 m ਦੀ ਉਚਾਈ ਤੇ ਹੈ ਅਤੇ ਉਪਲਵਧ ਪਾਣੀ ਪ੍ਰਵਾਹ $100\ m^3 s^{1}$ ਹੈ। ਜੇ ਟਰਬਾਈਨ ਜਨਰੇਟਰ ਦੀ ਦਕਸ਼ਤਾ 60% ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਯੰਤਰ ਤੋਂ ਉਪਲਵਧ ਬਿਜਲੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ, ($g = 9.8\ ms^2$).

7.25 440 V ਤੇ ਸ਼ਕਤੀ ਉਤਪਾਦਨ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਸੰਯੰਤਰ ਤੋਂ 15 km ਦੂਰ ਸਥਿਤ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਜਿਹੇ ਕਸਬੇ ਵਿੱਚ 220 V ਤੇ 800 kW 220 ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਲੋੜ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਸ਼ਕਤੀ ਲੈ ਜਾਣ ਵਾਲੀਆਂ ਦੋਨੋਂ ਤਾਰ ਦੀ ਲਾਈਨਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 0.5 Ω ਪ੍ਰਤਿ ਕਿਲੋਮੀਟਰ ਹੈ। ਕਸਬੇ ਨੂੰ ਉਪਸਟੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਲੱਗੇ 4000-220V ਸਟੈਪ ਡਾਊਨ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਤੋਂ ਲਾਈਨ ਦੁਆਰਾ ਸ਼ਕਤੀ ਪੁੱਜਦੀ ਹੈ।

(a) ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਾਈਨ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਖੈ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਸੰਯੰਤਰ ਵਿੱਚੋ ਕਿੰਨੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਸਪਲਾਈ ਕੀਤੀ ਜਾਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ, ਜੇ ਲੀਕੇਜ਼ ਦੁਆਰਾ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਖੈ ਨਿਗੂਣਾ ਹੈ।

(c) ਸੰਯੰਤਰ ਦੇ ਸਟੈਪ ਅਪ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਦੱਸੋ।

7.26 ਉਪਰ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਅਭਿਆਸ ਨੂੰ ਮੁੜ ਕਰੋ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲਾਂ ਵਾਲੇ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ 40,000-220 V ਦਾ ਸਟੈਪ ਡਾਊਨ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਹੈ [ਪਹਿਲਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲੀਕੇਜ਼ ਕਾਰਨ ਹਾਨੀ ਨੂੰ ਨਿਗੂਣਾ ਮੰਨੋ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਹੁਣ ਇਹ ਨੇੜਲਾ ਅੰਦਾਜਾ ਠੀਕ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚ ਉੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਤੇ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ]। ਇਸ ਲਈ ਸਮਝਾਓ ਕਿ ਕਿਉਂ ਉੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਟਰਾਂਸਮੀਸਨ ਵਧੇਰੇ ਢੁਕਵਾਂ ਹੈ ਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਪਹਿਲ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।