الفيزياء الإشعاعية · نظري

المحاضرة 2

أنبوب الأشعة والمولّد

X-ray Tube & Generator

إعداد: **محمد الموسوي**

@almusawy_radiology

الفهرس

1. مقدمة: الكاثود	Introduction & Cathode
2. الأنود والهدف	Anode & Target
3. الطاقة الكهربائية ودوائر المولّد	Electrical Energy & Generator Circuits
4. المحوّلة الكهربائية	Transformer
5. المقوّمات	Rectifiers
6. مولّد الأشعة السينية	The X-ray Generator
7. أنواع المولّدات وتموّج الجهد	Generator Types & Voltage Ripple
8. زمن التعرّض والمؤقّتات	The Exposure Time
9. مولّد الحمل المتناقص	Falling Load Generator
10. الخلاصة	Summary
11. الأسئلة	MCQs
12. اختبر نفسك	Quiz

1- مقدمة 1- Introduction

An x-ray tube consists of two electrodes sealed into an evacuated glass envelope.

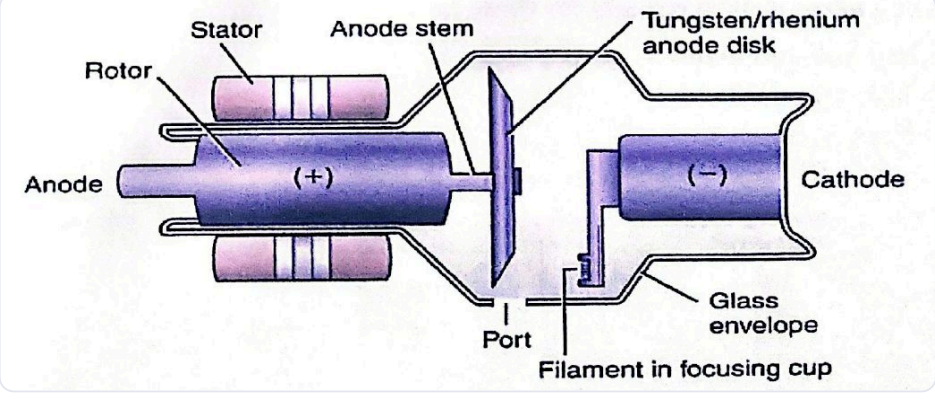
يتكوّن أنبوب الأشعة السينية من قطبين كهربائيين محكَمي الغلق داخل غلاف زجاجي مفرّغ من الهواء:

1- The cathode

الكاثود.

2- The anode

الأنود.



X-ray tube: anode (+) with rotor, stator, anode stem and tungsten/rhenium anode disk; cathode (–) with the filament in the focusing cup; glass envelope and port.

أنبوب الأشعة: الأنود (+) مع الدوّار والجزء الثابت وساق الأنود وقرص الأنود من التنغستن/الرينيوم؛ والكاثود (–) مع الفتيلة داخل كأس التركيز؛ والغلاف الزجاجي والنافذة.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 1

1- الكاثود 1- Cathode

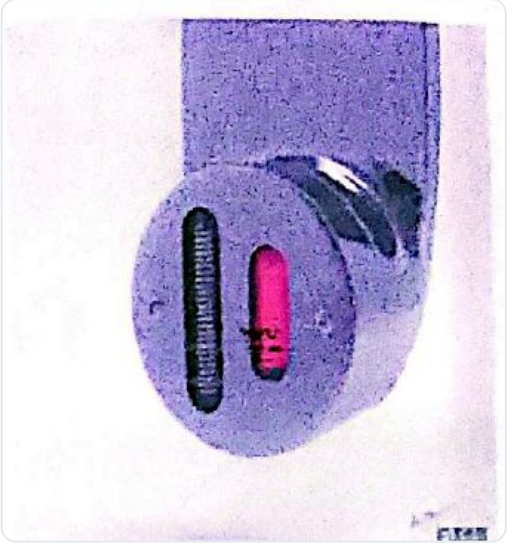
The cathode is the negative side of the x-ray tube because it is a source of electrons and has two primary parts: filament and focusing cup.

الكاثود هو الجانب السالب من أنبوب الأشعة لأنه مصدر الإلكترونات، وله جزءان أساسيان: الفتيلة (filament) وكأس التركيز (focusing cup).

أ- الفتيلة A- The filament

Is a coil of wire usually about 2 mm in diameter and 1 to 2 cm long. An x – ray filament emit electrons when it heated (occur at about 2200c). When the current through the filament sufficiently intense , 4-10A & voltage of 10V , the outer – shell electrons of the filament atoms are literally boiled off and ejected from the filament. This phenomenon is known as thermionic emission.

هي ملف من سلك قطره عادةً حوالي 2 ملم وطوله 1 إلى 2 سم. فتيلة الأشعة تبعث الإلكترونات عند تسخينها (يحدث ذلك عند حوالي 2200 °م). وعندما يكون التيار المارّ في الفتيلة شديداً بما يكفي، 10–4 أمبير وجهد 10 فولت، «تغلي» إلكترونات المدار الخارجي لذرّات الفتيلة حرفياً وتنطلق منها. وهذه الظاهرة تُسمّى الانبعاث الحراري للإلكترونات (thermionic emission).



Photograph of a cathode face showing the filaments.

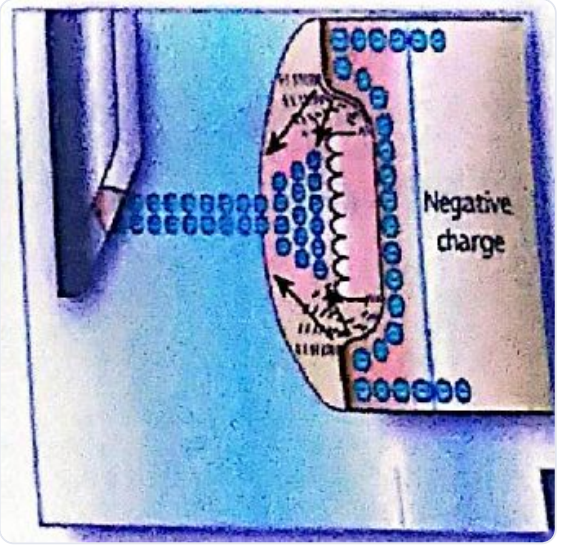
صورة لوجه الكاثود تُظهر الفتائل.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 2

ب- كأس التركيز B-The Focusing cup

The focusing cup controls the width of the electron distribution, and directs the electron toward the target.

كأس التركيز يتحكّم في عرض توزيع الإلكترونات، ويوجّه الإلكترونات نحو الهدف.



The focusing cup with its negative charge directing the electrons from the filament.

كأس التركيز بشحنته السالبة يوجّه الإلكترونات الخارجة من الفتيلة.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 2

⭐ أهم نقطة

الكاثود سالب ومصدر الإلكترونات: الفتيلة تبعثها بالانبعاث الحراري، وكأس التركيز يتحكّم بعرضها ويوجّهها نحو الهدف.

---

2 الأنود والهدف 🔊 Anode & Target

2- الأنود 2- Anode

The anode is the positive side of the x-ray tube, which divided into two types: A-Stationary , B- Rotating

الأنود هو الجانب الموجب من أنبوب الأشعة، وينقسم إلى نوعين: أ- الثابت (stationary)، ب- الدوّار (rotating).

الهدف Target

> The target is the area of the anode struck by the electrons from the cathode.

الهدف هو المنطقة من الأنود التي تصطدم بها الإلكترونات القادمة من الكاثود.

⭐ أهم نقطة

الأنود موجب (ثابت أو دوّار)، والهدف هو المنطقة التي تصطدم بها إلكترونات الكاثود.

---

3 الطاقة الكهربائية ودوائر المولّد Electrical Energy & Generator

Circuits

> In an X-ray tube, we need electrical energy for two main purposes:

في أنبوب الأشعة السينية نحتاج الطاقة الكهربائية لغرضين رئيسيين:

1- To boil the electrons from the filament

لإطلاق («غلي») الإلكترونات من الفتيلة.

2- To Accelerate these electrons from cathode to anode

لتسريع هذه الإلكترونات من الكاثود إلى الأنود.

> The generator have circuits for these task

وللمولّد دوائر لهذه المهام:

1- High Voltage circuit

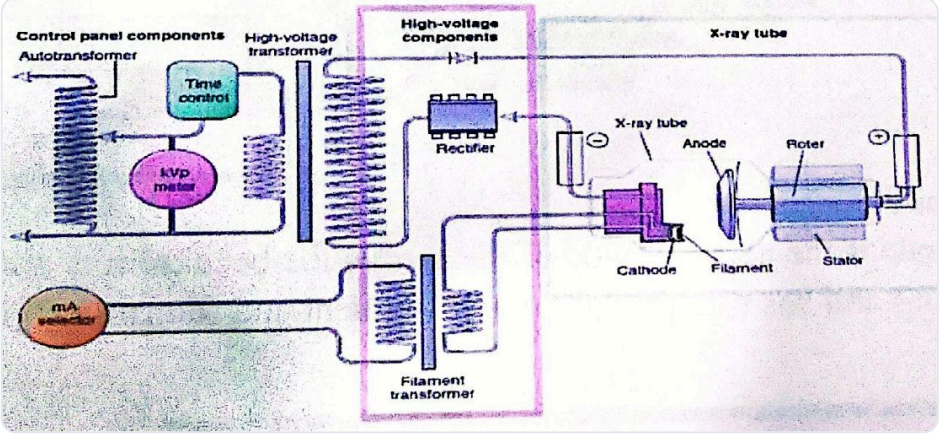
دائرة الجهد العالي.

2- Filament circuit

دائرة الفتيلة.

3- Timer circuit

دائرة المؤقّت.



Circuit of the x-ray system: control panel components (autotransformer, time control, kVp meter, mA selector), high-voltage transformer, high-voltage components (rectifier), filament transformer and the x-ray tube (cathode, filament, anode, rotor, stator).

دائرة منظومة الأشعة: مكوّنات لوحة التحكم (المحوّل الذاتي، والتحكم بالزمن، ومقياس kVp، ومُختار mA)، ومحوّلة الجهد العالي، ومكوّنات الجهد العالي (المقوّم)، ومحوّلة الفتيلة، وأنبوب الأشعة (الكاثود، الفتيلة، الأنود، الدوّار، الجزء الثابت).

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 2

⭐ أهم نقطة

نحتاج الكهرباء لغرضين: إطلاق الإلكترونات من الفتيلة وتسريعها نحو الأنود؛ ودوائر المولّد: الجهد العالي، الفتيلة، المؤقّت.

4 المحوّلة الكهربائية Transformer

المحوّلة Transformer

> Transformer Uses electromagnetic induction to vary voltage

المحوّلة (transformer) تستعمل الحثّ الكهرومغناطيسي لتغيير الجهد.

المحوّلة الأساسية The basic Transformer

> Consists of an ion core , a primary winding circuits, and secondary winding circuits.

تتكوّن من قلب حديدي، ودوائر لفّ ابتدائية، ودوائر لفّ ثانوية.

أنواع المحوّلات Types of Transformer

1- Step-up transformer (المحوّل الرافع)

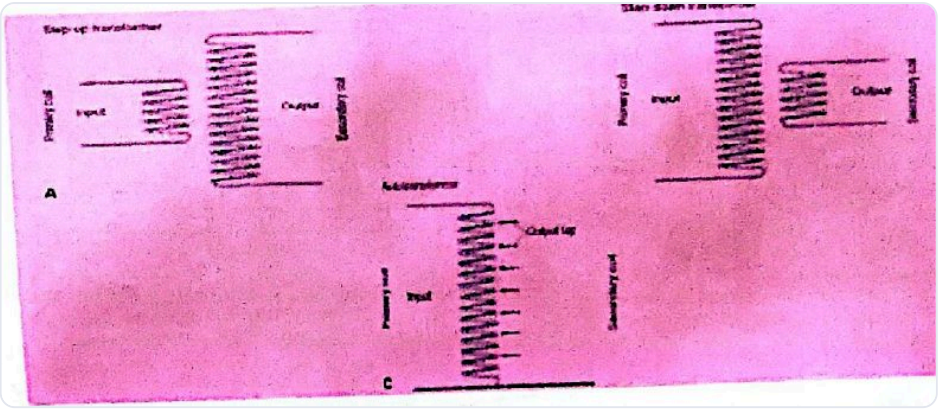
> when a transformer is used to “increase” the voltage on its secondary winding with respect to the primary, it is called a Step-up transformer.

عندما تُستعمل المحوّلة لـ«رفع» الجهد في ملفّها الثانوي مقارنةً بالابتدائي، تُسمّى محوّلاً رافعاً.

2- Step-down transformer (المحوّل الخافض)

> when it is used to “decrease” the voltage on the secondary winding with respect to the primary it is called a Step-down transformer

عندما تُستعمل لـ«خفض» الجهد في الملف الثانوي مقارنةً بالابتدائي، تُسمّى محوّلاً خافضاً.



Diagrams of a step-up transformer, a step-down transformer and an autotransformer (primary and secondary coils, input and output).

رسوم لمحوّل رافع ومحوّل خافض ومحوّل ذاتي (الملف الابتدائي والثانوي، والدخل والخرج).

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 3

⭐ أهم نقطة

المحوّلة تغيّر الجهد بالحثّ الكهرومغناطيسي: المحوّل الرافع يزيد جهد الملف الثانوي، والخافض يقلّله.

5 المقوّمات Rectifiers 🔌

المقوّمات Rectifiers

> A rectifier is an electronic device that converts an alternating current (AC) into a direct current (DC) by using one or more P-N junction diodes. A diode behaves as a one-way valve that allows current to flow in a single direction.

المقوّم (rectifier) جهاز إلكتروني يحوّل التيار المتناوب (AC) إلى تيار مستمر (DC) باستعمال صمّام ثنائي واحد أو أكثر من نوع P-N junction. والصمّام الثنائي (diode) يعمل كصمّام باتجاه واحد يسمح للتيار بالمرور في اتجاه واحد فقط.

Half-wave rectifier (مقوّم نصف الموجة)

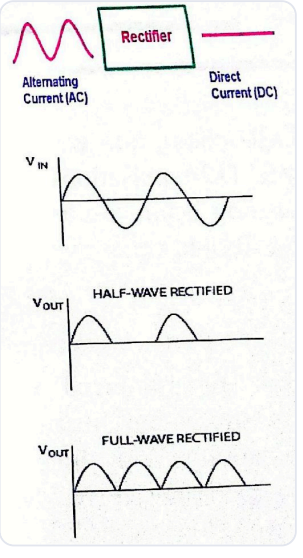
> Converts only one half of the AC cycle into DC, resulting in lower efficiency and a less smooth output.

يحوّل نصف دورة التيار المتناوب فقط إلى تيار مستمر، فتكون الكفاءة أقل والخرج أقل انتظاماً.

Full-wave rectifier (مقوّم الموجة الكاملة)

> Converts both the positive and negative halves of the AC cycle into DC, providing a smoother and steadier output.

يحوّل النصفين الموجب والسالب من دورة التيار المتناوب إلى تيار مستمر، فيعطي خرجاً أنعم وأكثر ثباتاً.



Rectifier: alternating current (AC) in, direct current (DC) out; input wave (V IN), half-wave rectified and full-wave rectified outputs (V OUT).

المقوّم: يدخل تيار متناوب ويخرج تيار مستمر؛ موجة الدخل، والخرج المقوَّم نصف موجة، والخرج المقوَّم موجة كاملة.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 3

⭐ أهم نقطة

المقوّم يحوّل AC إلى DC بالدايودات؛ نصف الموجة يقوّم نصف الدورة فقط، والموجة الكاملة يقوّم النصفين فيكون أنعم.

6 مولّد الأشعة السينية The X-ray Generator

2- مولّد الأشعة السينية 2- The x-ray generator

> The x-ray generator the power source of the x-ray tube which provides electrical power and signals required for the operation of the x-ray tube.

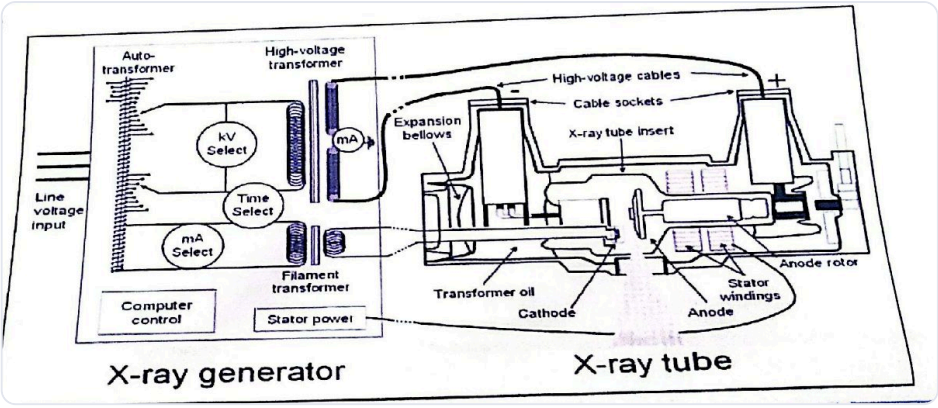
مولّد الأشعة السينية هو مصدر الطاقة لأنبوب الأشعة، ويوفّر القدرة الكهربائية والإشارات اللازمة لتشغيل الأنبوب.

1- It supplies current at a high voltage to the x-ray tube (20 to 150 kV) needed for x ray production.

يجهّز تياراً بجهد عالٍ لأنبوب الأشعة (20 إلى 150 kV) لازماً لإنتاج الأشعة السينية.

2- The tube voltage is supplied Symmetrically to the tube, i.e. a net potential difference of 150 kV is achieved by feeding -75 kV to the cathode and +75 kV to the anode

يُجهَّز جهد الأنبوب بشكل متماثل، أي يتحقق فرق جهد صافٍ مقداره 150 kV بتغذية الكاثود بـ −75 kV والأنود بـ +75 kV.



X-ray generator (autotransformer, kV/time/mA select, high-voltage and filament transformers, computer control, stator power) connected by high-voltage cables to the x-ray tube (expansion bellows, transformer oil, cathode, anode, stator windings, anode rotor).

مولّد الأشعة (المحوّل الذاتي، واختيار kV والزمن وmA، ومحوّلتا الجهد العالي والفتيلة، والتحكم بالحاسوب، وتغذية الجزء الثابت) موصول بكابلات الجهد العالي بأنبوب الأشعة (منفاخ التمدّد، وزيت المحوّلة، والكاثود، والأنود، وملفات الجزء الثابت، ودوّار الأنود).

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 4

⭐ أهم نقطة

المولّد مصدر طاقة الأنبوب: 20–150 kV، والجهد متماثل (−75 للكاثود و+75 للأنود = 150 kV).

7 أنواع المولّدات وتموّج الجهد Generator Types & Voltage Ripple

أ- المولّدات أحادية الطور A-Single-Phase Generators :

Single-phase, full-wave rectified generators produce two pulsations per cycle (120 pulsations per second) with 100% voltage ripple. This pulsating beam results in a longer exposure time, and greater patient dose from lower energy soft x-rays.

المولّدات أحادية الطور المقوَّمة موجة كاملة تُنتج نبضتين لكل دورة (120 نبضة في الثانية) مع تموّج جهد 100%. وهذه الحزمة النابضة تؤدّي إلى زمن تعرّض أطول وجرعة أكبر للمريض من الأشعة الليّنة منخفضة الطاقة.

ب- المولّدات ثلاثية الطور B-Three-Phase Generators

> The x –ray produced by the signal – phase,. This leads to a little diagnostic value because of their low energy and therefore low penetrability. With three – phase power, multiple voltage waveforms are superimposed on one another, resulting in a waveform that maintains a nearly constant voltage, consequently, the voltage impressed across x – ray tube never dropping to zero during exposure.

الأشعة الناتجة من المولّد أحادي الطور قليلة القيمة التشخيصية بسبب طاقتها المنخفضة وبالتالي قدرتها المنخفضة على الاختراق. أما مع القدرة ثلاثية الطور، فتتراكب عدة أشكال موجية للجهد فوق بعضها، فينتج شكل موجي يحافظ على جهد شبه ثابت، وبالتالي لا يهبط الجهد المسلَّط على أنبوب الأشعة إلى الصفر أبداً أثناء التعرّض.

تموّج الجهد Ripple

> Ripple, or voltage ripple, refers to the fluctuation in voltage output of some X-ray generators. The voltage ripple of a DC waveform is defined as the difference between the peak voltage and the minimum voltage, divided by the peak voltage and multiplied by 100. It is given a percentage value

التموّج، أو تموّج الجهد (voltage ripple)، يعني التذبذب في الجهد الخارج من بعض مولّدات الأشعة. ويُعرَّف تموّج الجهد لشكل موجي مستمر بأنه الفرق بين ذروة الجهد وأدنى جهد، مقسوماً على ذروة الجهد ومضروباً في 100، ويُعطى قيمة مئوية.

> R = (kVp–kVmin) / kVp

معادلة التموّج: R = (kVp – kVmin) / kVp

1- Single-phase has 100% ripple.

المولّد أحادي الطور تموّجه 100%.

2- Three-phase generators have ripple values between 5 and 15%.

المولّدات ثلاثية الطور قيم تموّجها بين 5 و15%.

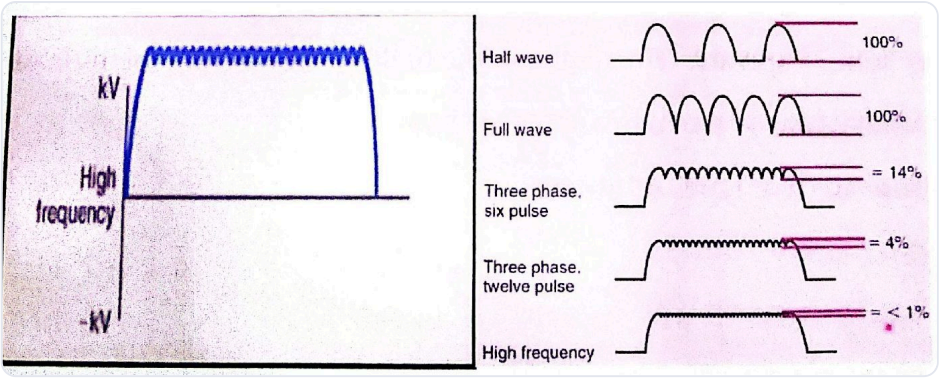
3- Modern X-ray generators use high frequency inverters to create an approximate DC waveform, minimizing the ripple effect to less than 1%.

مولّدات الأشعة الحديثة تستعمل عواكس عالية التردد لتكوين شكل موجي قريب من التيار المستمر، فتقلّل تأثير التموّج إلى أقل من 1%.

ج- المولّد عالي التردد C- High frequency generator:

> The development in high – voltage generator design was using a high – frequency electric circuit to the x – ray tube. Higher frequency would be obtained, consequently, when the voltage waveform are rectified and smoothed it has less than 1 % ripple, which is even better than three – phase power for x – ray Production.

كان التطوّر في تصميم مولّد الجهد العالي هو استعمال دائرة كهربائية عالية التردد لأنبوب الأشعة. فنحصل على تردد أعلى، وبالتالي عندما يُقوَّم الشكل الموجي للجهد ويُنعَّم يكون تموّجه أقل من 1%، وهذا أفضل حتى من القدرة ثلاثية الطور لإنتاج الأشعة السينية.



High-frequency kV waveform, and the ripple of each generator type: half wave 100%, full wave 100%, three phase six pulse ≈ 14%, three phase twelve pulse ≈ 4%, high frequency < 1%.

الشكل الموجي لـ kV في المولّد عالي التردد، وتموّج كل نوع: نصف موجة 100%، موجة كاملة 100%، ثلاثي الطور سداسي النبضات ≈ 14%، ثلاثي الطور اثنا عشري النبضات ≈ 4%، عالي التردد أقل من 1%.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 5

> High-frequency generators are smaller and more efficient than 3-phase generators. also, high-frequency generators is the most widely used over the past decade for the following reasons:

المولّدات عالية التردد أصغر وأكفأ من المولّدات ثلاثية الطور، كما أنها الأكثر استعمالاً خلال العقد الماضي للأسباب الآتية:

1- The standard frequency increase from 60 Hz to 500 KHz

يزداد التردد القياسي من 60 هيرتز إلى 500 كيلوهيرتز.

2- The highest average (effective) x-ray energy

أعلى متوسط (فعّال) لطاقة الأشعة السينية.

3- lower soft radiation dosage to patients

جرعة أقل من الإشعاع الليّن للمرضى.

4- Nearly constant potential waveform

شكل موجي للجهد شبه ثابت.

5- Smaller in design

أصغر في التصميم.

6- Increased radiation quality and quantity

زيادة نوعية الإشعاع وكميته.

7- Shortest exposure time.

أقصر زمن تعرّض.

8- Increase x-ray tube life.

إطالة عمر أنبوب الأشعة.

⭐ **أهم نقطة**

التموّج: أحادي الطور 100%، ثلاثي الطور 15–5%، عالي التردد أقل من 1%؛ و$R = (kVp - kVmin) / kVp$.

---

8 زمن التعرّض والمؤقّتات The Exposure Time 🔊

3- زمن التعرّض 3- The Exposure Time.

The exposure time controls the length of the x-ray exposure by determining how long the current (mA) will be passing through the x-ray tube. Exposure Timers break the high voltage across the tube on the primary side of the high voltage section.

زمن التعرّض يتحكّم في مدة التعرّض للأشعة بتحديد كم من الوقت سيمرّ التيار (mA) في أنبوب الأشعة. ومؤقّتات التعرّض تقطع الجهد العالي عبر الأنبوب من الجانب الابتدائي لقسم الجهد العالي.

There are five types of timers:

هناك خمسة أنواع من المؤقّتات:

1- Mechanical Timers

المؤقّتات الميكانيكية.

2- Synchronous Timers

المؤقّتات المتزامنة.

3- Electronic Timers

المؤقّتات الإلكترونية.

4- mAs Timers

مؤقّتات mAs.

5- Automatic exposure control timers (AEC) (phototimers)

مؤقّتات التحكم التلقائي بالتعرّض (AEC) (المؤقّتات الضوئية).

⭐ **أهم نقطة**

زمن التعرّض يحدد مدة مرور التيار؛ والمؤقّتات تقطع الجهد من الجانب الابتدائي، وأنواعها خمسة.

9 مولّد الحمل المتناقص Falling Load Generator 🔊

4- مولّد الحمل المتناقص 4- Falling load generator

> The purpose of falling load generator is to produce an x-ray exposure in the shortest possible exposure time by the operating x-ray tube at its maximum kilowatt rating during the entire exposure.

الغرض من مولّد الحمل المتناقص (falling load generator) إنتاج تعرّض بأقصر زمن تعرّض ممكن، بتشغيل أنبوب الأشعة بأقصى قدرته بالكيلوواط طوال مدة التعرّض.

1- Initial setup: The generator begins the exposure with the highest possible mA, based on the x-ray tube's heat-loading potential.

البداية: يبدأ المولّد التعرّض بأعلى mA ممكن، حسب قدرة الأنبوب على تحمّل الحمل الحراري.

2- Automatic adjustment: As the tube's anode heats up, the generator automatically reduces the mA to a lower level that the tube can handle.

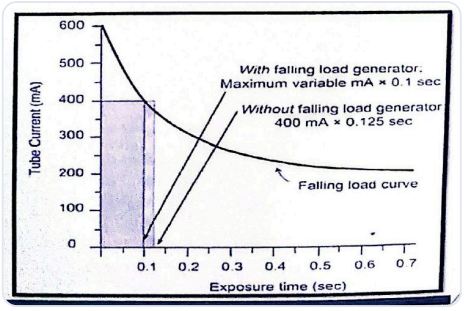
التعديل التلقائي: كلما سخن أنود الأنبوب، يخفّض المولّد mA تلقائياً إلى مستوى أقل يتحمّله الأنبوب.

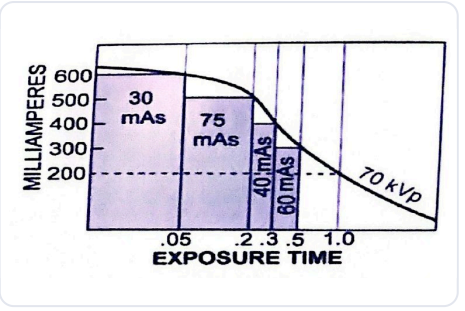
3- Continuous exposure: The exposure continues with this reduced mA until the total required mAs (milliampere-seconds) is delivered.

استمرار التعرّض: يستمر التعرّض بهذا mA المخفَّض حتى يُعطى مجموع mAs المطلوب.

4- Result: This process ensures that the exposure time is kept as short as possible throughout the entire process, providing the shortest possible exposure time to deliver the set mAs.

النتيجة: تضمن هذه العملية بقاء زمن التعرّض أقصر ما يمكن طوال العملية، فتعطي أقصر زمن تعرّض ممكن لإيصال mAs المحدَّد.





Falling load: milliamperes against exposure time at 70 kVp (right); tube current with a falling load generator (maximum variable mA × 0.1 sec) versus without it (400 mA × 0.125 sec) along the falling load curve (left).

الحمل المتناقص: الملي أمبير مقابل زمن التعرّض عند 70 kVp (يمين)؛ وتيار الأنبوب مع مولّد الحمل المتناقص (أقصى mA متغيّر × 0.1 ثانية) مقابل بدونه (400 mA × 0.125 ثانية) على منحنى الحمل المتناقص (يسار).

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 7

⭐ أهم نقطة

مولّد الحمل المتناقص يبدأ بأعلى mA ثم يخفّضه تلقائياً كلما سخن الأنود، حتى يكتمل mAs بأقصر زمن تعرّض.

الخلاصة

1. X-ray tube: cathode (−, filament + focusing cup) and anode (+, stationary or rotating) in an evacuated glass envelope.
أنبوب الأشعة: كاثود (سالب: فتيلة + كأس تركيز) وأنود (موجب: ثابت أو دوّار) في غلاف زجاجي مفرّغ.

2. Filament: 2 mm × 1–2 cm, 4–10 A & 10 V → thermionic emission.
الفتيلة: 2 ملم × 1–2 سم، 4–10 أمبير و10 فولت ← انبعاث حراري.

3. Circuits: high voltage, filament, timer.
الدوائر: الجهد العالي، الفتيلة، المؤقّت.

4. Step-up transformer increases, step-down decreases the secondary voltage.
المحوّل الرافع يزيد جهد الثانوي، والخافض يقلّله.

5. Rectifier converts AC to DC; full-wave gives a smoother output than half-wave.
المقوّم يحوّل AC إلى DC؛ والموجة الكاملة أنعم من نصف الموجة.

6. Generator: 20–150 kV, −75 kV cathode / +75 kV anode.
المولّد: 20–150 kV، −75 للكاثود و+75 للأنود.

7. Ripple: single-phase 100%, three-phase 5–15%, high frequency < 1%.
التموّج: أحادي 100%، ثلاثي 5–15%، عالي التردد أقل من 1%.

8. Five timers: mechanical, synchronous, electronic, mAs, AEC.
خمسة مؤقّتات: ميكانيكي، متزامن، إلكتروني، mAs، AEC.

9. Falling load generator: highest mA first, then reduced → shortest exposure time.
مولّد الحمل المتناقص: أعلى mA أولاً ثم يقل ← أقصر زمن تعرّض.

أهم المصطلحات

Cathode / Anode	الكاثود / الأنود
Focusing cup	كأس التركيز
Step-up / Step-down	المحوّل الرافع / الخافض
Half / Full-wave	نصف / كامل الموجة
High-frequency generator	المولّد عالي التردد
Thermionic emission	الانبعاث الحراري للإلكترونات
Target	الهدف
Rectifier	المقوّم
Voltage ripple	تموّج الجهد
Falling load generator	مولّد الحمل المتناقص

الأسئلة

1 **An x-ray tube consists of two electrodes sealed into:**

أنبوب الأشعة يتكوّن من قطبين محكَمي الغلق داخل:

A	An evacuated glass envelope	غلاف زجاجي مفرّغ
B	A lead box filled with air	صندوق رصاص مملوء بالهواء
C	A water tank	خزان ماء
D	A copper cylinder filled with gas	أسطوانة نحاس مملوءة بالغاز

✅ **A** **An evacuated glass envelope** — **غلاف زجاجي مفرّغ**

💡 المحاضرة: قطبان محكَما الغلق داخل غلاف زجاجي مفرّغ.

2 **The cathode is the negative side of the x-ray tube because:**

الكاثود هو الجانب السالب من أنبوب الأشعة لأنه:

A	It is struck by the electrons	تصطدم به الإلكترونات
B	It is a source of electrons	مصدر الإلكترونات
C	It rotates during exposure	يدور أثناء التعرّض
D	It contains the window	يحتوي النافذة

✅ **B** **It is a source of electrons** — **مصدر الإلكترونات**

💡 المحاضرة: الكاثود هو الجانب السالب لأنه مصدر الإلكترونات.

3 **According to the lecture, the filament current needed for thermionic emission is:**

حسب المحاضرة، تيار الفتيلة اللازم للانبعاث الحراري هو:

A	20–150 A	20–150 أمبير
B	0.1 A	0.1 أمبير
C	4-10A & voltage of 10V	4–10 أمبير وجهد 10 فولت
D	500 A & 75 kV	500 أمبير و75 كيلوفولت

✅ **C** **4-10A & voltage of 10V** — **4–10 أمبير وجهد 10 فولت**

💡 المحاضرة: عندما يكون التيار شديداً بما يكفي، 4–10 أمبير وجهد 10 فولت.

4 The ejection of outer-shell electrons from the heated filament is called:

انطلاق إلكترونات المدار الخارجي من الفتيلة المسخّنة يُسمّى:

A	Rectification	التقويم
B	Electromagnetic induction	الحثّ الكهرومغناطيسي
C	Voltage ripple	تموّج الجهد
D	Thermionic emission	الانبعاث الحراري للإلكترونات

✅ **D** Thermionic emission — الانبعاث الحراري للإلكترونات

💡 المحاضرة: هذه الظاهرة تُسمّى الانبعاث الحراري للإلكترونات.

5 Which part controls the width of the electron distribution and directs the electrons toward the target?

أي جزء يتحكّم في عرض توزيع الإلكترونات ويوجّهها نحو الهدف؟

A	Focusing cup	كأس التركيز
B	Stator	الجزء الثابت
C	Rectifier	المقوّم
D	Anode stem	ساق الأنود

✅ **A** Focusing cup — كأس التركيز

💡 المحاضرة: كأس التركيز يتحكّم في عرض توزيع الإلكترونات ويوجّهها نحو الهدف.

6 The two types of anode are:

نوعا الأنود هما:

A	Step-up and step-down	رافع وخافض
B	Stationary and rotating	ثابت ودوّار
C	Half-wave and full-wave	نصف موجة وموجة كاملة
D	Single and three-phase	أحادي وثلاثي الطور

✅ **B** Stationary and rotating — ثابت ودوّار

💡 المحاضرة: الأنود ينقسم إلى نوعين: ثابت ودوّار.

7 **The target is:**

الهدف هو:

A	The negative side of the tube	الجانب السالب من الأنبوب
B	The coil of wire in the cathode	ملف السلك في الكاثود
C	The area of the anode struck by the electrons from the cathode	منطقة الأنود التي تصطدم بها إلكترونات الكاثود
D	The glass envelope	الغلاف الزجاجي

✅ **C** **The area of the anode struck by the electrons from the cathode** — **منطقة الأنود التي تصطدم بها إلكترونات الكاثود**

💡 المحاضرة: الهدف هو منطقة الأنود التي تصطدم بها الإلكترونات القادمة من الكاثود.

8 **Electrical energy in the x-ray tube is needed to boil the electrons from the filament and to:**

الطاقة الكهربائية في أنبوب الأشعة لازمة لإطلاق الإلكترونات من الفتيلة و:

A	Cool the anode with oil	تبريد الأنود بالزيت
B	Rotate the glass envelope	تدوير الغلاف الزجاجي
C	Convert DC to AC	تحويل {{DC}} إلى {{AC}}
D	Accelerate these electrons from cathode to anode	تسريع هذه الإلكترونات من الكاثود إلى الأنود

✅ **D** **Accelerate these electrons from cathode to anode** — **تسريع هذه الإلكترونات من الكاثود إلى الأنود**

💡 المحاضرة: الغرضان: إطلاق الإلكترونات من الفتيلة، وتسريعها من الكاثود إلى الأنود.

9 **Which is NOT one of the generator circuits listed in the lecture?**

أي مما يلي ليس من دوائر المولّد المذكورة بالمحاضرة؟

A	Cooling circuit	دائرة التبريد
B	High Voltage circuit	دائرة الجهد العالي
C	Filament circuit	دائرة الفتيلة
D	Timer circuit	دائرة المؤقّت

✅ **A** **Cooling circuit** — **دائرة التبريد**

💡 المحاضرة: دوائر المولّد: الجهد العالي، الفتيلة، المؤقّت.

10 **A transformer uses _____ to vary voltage.**

المحوّلة تستعمل _____ لتغيير الجهد.

A	Thermionic emission	الانبعاث الحراري
B	Electromagnetic induction	الحثّ الكهرومغناطيسي
C	P-N junction diodes	صمّامات {{P-N}} الثنائية
D	Heat dissipation	تبديد الحرارة

✅ **B** **Electromagnetic induction** الحثّ الكهرومغناطيسي

💡 المحاضرة: المحوّلة تستعمل الحثّ الكهرومغناطيسي لتغيير الجهد.

11 **A transformer that increases the voltage on its secondary winding is called:**

المحوّلة التي ترفع الجهد في ملفّها الثانوي تُسمّى:

A	Step-down transformer	محوّل خافض
B	Rectifier	مقوّماً
C	Step-up transformer	محوّل رافع
D	Inverter	عاكساً

✅ **C** **Step-up transformer** محوّل رافع

💡 المحاضرة: عندما يُستعمل المحوّل لـ«رفع» جهد الملف الثانوي يُسمّى المحوّل الرافع.

12 **A rectifier is a device that converts:**

المقوّم جهاز يحوّل:

A	Low voltage into high voltage	الجهد المنخفض إلى عالٍ
B	Heat into x-rays	الحرارة إلى أشعة
C	DC into AC	التيار المستمر إلى متناوب
D	Alternating current (AC) into direct current (DC)	التيار المتناوب ({{AC}}) إلى تيار مستمر ({{DC}})

✅ **D** **Alternating current (AC) into direct current (DC)** التيار المتناوب ({{AC}}) إلى تيار مستمر ({{DC}})

💡 المحاضرة: المقوّم يحوّل التيار المتناوب إلى تيار مستمر باستعمال دايود أو أكثر.

13 **Which rectifier converts both halves of the AC cycle into DC and gives a smoother output?**

أي مقوّم يحوّل نصفي دورة التيار المتناوب إلى مستمر ويعطي خرجاً أنعم؟

A Full-wave rectifier — مقوّم الموجة الكاملة
B Half-wave rectifier — مقوّم نصف الموجة
C Step-down transformer — المحوّل الخافض
D Mechanical timer — المؤقّت الميكانيكي

✅ **A Full-wave rectifier — مقوّم الموجة الكاملة**

💡 المحاضرة: مقوّم الموجة الكاملة يحوّل النصفين الموجب والسالب، فيعطي خرجاً أنعم وأثبت.

14 **The x-ray generator supplies the x-ray tube with a high voltage of:**

مولّد الأشعة يجهّز الأنبوب بجهد عالٍ مقداره:

A 1–2 kV — 1–2 كيلوفولت
B 20 to 150 kV — 20 إلى 150 كيلوفولت
C 500–1000 kV — 500–1000 كيلوفولت
D 10 V only — 10 فولت فقط

✅ **B 20 to 150 kV — 20 إلى 150 كيلوفولت**

💡 المحاضرة: يجهّز تياراً بجهد عالٍ (20 إلى 150 kV) لإنتاج الأشعة.

15 **To achieve 150 kV symmetrically, the cathode and anode are fed with:**

لتحقيق 150 كيلوفولت بشكل متماثل، يُغذّى الكاثود والأنود بـ:

A 0 kV and +150 kV — 0 و+150 كيلوفولت
B −150 kV and 0 kV — −150 و0 كيلوفولت
C −75 kV and +75 kV — −75 و+75 كيلوفولت
D +75 kV and −75 kV — +75 و−75 كيلوفولت

✅ **C −75 kV and +75 kV — −75 و+75 كيلوفولت**

💡 المحاضرة: بتغذية الكاثود بـ −75 kV والأنود بـ +75 kV.

16 **Single-phase, full-wave rectified generators have a voltage ripple of:**

المولّدات أحادية الطور المقوَّمة موجة كاملة تموّج جهدها:

A	Less than 1%	أقل من 1%
B	5–15%	5–15%
C	4%	4%
D	100%	100%

✅ **D** **100%** **100%**

💡 المحاضرة: نبضتان لكل دورة مع تموّج جهد 100%.

17 **Three-phase generators have ripple values between:**

المولّدات ثلاثية الطور قيم تموّجها بين:

A	5 and 15%	5 و15%
B	50 and 100%	50 و100%
C	0 and 1%	0 و1%
D	20 and 30%	20 و30%

✅ **A** **5 and 15%** **5 و15%**

💡 المحاضرة: مولّدات الطور الثلاثي قيم تموّج الجهد فيها بين 5 و15%.

18 **Voltage ripple is defined as the difference between the peak voltage and the minimum voltage, divided by:**

تموّج الجهد يُعرَّف بأنه الفرق بين ذروة الجهد وأدنى جهد، مقسوماً على:

A	The minimum voltage	أدنى جهد
B	The peak voltage (and multiplied by 100)	ذروة الجهد (ومضروباً في 100)
C	The tube current	تيار الأنبوب
D	The exposure time	زمن التعرّض

✅ **B** **The peak voltage (and multiplied by 100)** **ذروة الجهد (ومضروباً في 100)**

💡 المحاضرة: الفرق بين الذروة والأدنى مقسوماً على ذروة الجهد ومضروباً في 100؛ R = (kVp – kVmin) / kVp.

19 **High frequency generators reduce the ripple to:**

المولّدات عالية التردد تقلّل التموّج إلى:

A	100%	100%
B	Between 5 and 15%	بين 5 و15%
C	Less than 1%	أقل من 1%
D	Exactly 14%	14% بالضبط

✅ **C** **Less than 1%** **أقل من 1%**

💡 المحاضرة: المولّد عالي التردد تموّجه أقل من 1%، أفضل حتى من ثلاثي الطور.

20 **Which is one of the reasons high-frequency generators are the most widely used?**

أي مما يلي من أسباب كون المولّدات عالية التردد الأكثر استعمالاً؟

A	Longest exposure time	أطول زمن تعرّض
B	Higher soft radiation dose to patients	جرعة أعلى من الإشعاع الليّن للمرضى
C	Larger in design	أكبر في التصميم
D	Increase x-ray tube life	إطالة عمر أنبوب الأشعة

✅ **D** **Increase x-ray tube life** **إطالة عمر أنبوب الأشعة**

💡 المحاضرة: من الأسباب: أقصر زمن تعرّض، جرعة ليّنة أقل، أصغر تصميماً، وإطالة عمر الأنبوب.

21 **Exposure timers break the high voltage across the tube on:**

مؤقّتات التعرّض تقطع الجهد العالي عبر الأنبوب من:

A	The primary side of the high voltage section	الجانب الابتدائي لقسم الجهد العالي
B	The secondary side only	الجانب الثانوي فقط
C	The anode disk	قرص الأنود
D	The focusing cup	كأس التركيز

✅ **A** **The primary side of the high voltage section** **الجانب الابتدائي لقسم الجهد العالي**

💡 المحاضرة: مؤقّتات التعرّض تقطع الجهد العالي عبر الأنبوب من الجانب الابتدائي لقسم الجهد العالي.

22 **Automatic exposure control timers (AEC) are also called:**

مؤقّتات التحكم التلقائي بالتعرّض (AEC) تُسمّى أيضاً:

A	Synchronous timers	المؤقّتات المتزامنة
B	Phototimers	المؤقّتات الضوئية
C	Mechanical timers	المؤقّتات الميكانيكية
D	mAs timers	مؤقّتات {{mAs}}

✅ **B** **Phototimers** — **المؤقّتات الضوئية**

💡 المحاضرة: مؤقّتات التحكّم التلقائي بالتعرّض AEC (المؤقّتات الضوئية).

23 **A falling load generator begins the exposure with:**

مولّد الحمل المتناقص يبدأ التعرّض بـ:

A	The lowest possible mA	أقل {{mA}} ممكن
B	Zero kV	صفر كيلوفولت
C	The highest possible mA	أعلى {{mA}} ممكن
D	A cold anode and no current	أنود بارد وبلا تيار

✅ **C** **The highest possible mA** — **أعلى {{mA}} ممكن**

💡 المحاضرة: يبدأ المولّد التعرّض بأعلى mA ممكن حسب قدرة الأنبوب على تحمّل الحمل الحراري.

24 **The purpose of the falling load generator is to produce an exposure with:**

الغرض من مولّد الحمل المتناقص إنتاج تعرّض بـ:

A	The longest exposure time	أطول زمن تعرّض
B	The lowest kilowatt rating	أقل قدرة بالكيلوواط
C	100% voltage ripple	تموّج جهد 100%
D	The shortest possible exposure time	أقصر زمن تعرّض ممكن

✅ **D** **The shortest possible exposure time** — **أقصر زمن تعرّض ممكن**

💡 المحاضرة: الغرض إنتاج تعرّض بأقصر زمن تعرّض ممكن بتشغيل الأنبوب بأقصى قدرته بالكيلوواط.

✅ اختبر نفسك الآن

اختبار تفاعلي لهذه المحاضرة: الأسئلة نفسها بترتيب جديد كل مرة.

صوّر الرمز بكاميرا الموبايل إذا كان الملف مطبوعاً.

للمزيد: قناة @almusawy_radiology