كيف تعمل الأشياء

أجهزة الليزر

إعداد : د. عطية بن علي الغامدي

٦ـ هولوغرافيا الليزر

الهولوغرافيا (Holography) مصطلح يتكون من كلمتي هولوس (Holos) وتعني « الكامل » وغراف (Graph) وتعني « صورة » وبذلك فإن هولوغرافيا تعني الصورة الكاملة أو الصورة المجسمة ثلاثية الأبعاد .

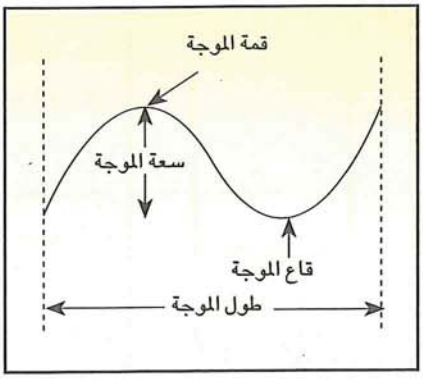
يختلف التصوير الهولوغرافي عن التصوير الضوئي في أن التصوير الضوئي يسجل درجات شدة الضوء وتستخدم فيه العدسات ، أما التصوير الهولوغرافي فلا تستخدم فيه العدسات ويتميز عن التصوير الضوئي بأنه تسجل فيه الأطوار الضوئية (Light Phases) بالاضافة إلى شدة الضوء ، وبذلك ينتج عنه صور مجسمة ثلاثية الأبعاد .

نظرية التصوير الهولوغرافي

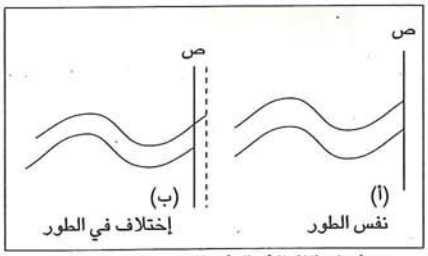
يعتمد التصوير الهولوغرافي على التداخل بين الموجات . فمن المعلوم أن الضوء عبارة عن موجات كهرومغناطيسية تسير بسرعة ٣×١٠^{٨} متر في الثانية ، حيث تتكون الموجة من فتحة ، وقاع ، وسعة ، وطول موجي ، شكل(١) .

وغالباً ما يسير الضوء على شكل حزمة ضوئية مكونة من أكثر من موجة متداخلة بعضها مع بعض ـ فمثلاً يوضح الشكل (٢) حالتين لتداخل موجتين ضوئيتين ففي الحالة (أ) يكون للموجتين نفس الطور عند النقطة (ص) ، أما في الحالة (ب) فإن هناك إختلاف في الطور عند النقطة (ص) .

وينجم عن التداخل بين موجتين متساويتين في التردد وتتحركان في نفس الاتجاه وبنفس السرعة اختلاف في قمة الموجة الناتجة . فمثلاً يوضح الشكل (٣ـ أ) أن الموجتين (A) و (B) لهما نفس الطور ، ولذلك فإن قمة الموجة الناتجة (A+B) تساوي مجموع قمة الموجة (A) مع قمة الموجة (B) ، وتسمي هذه الحالة التي جُمعت فيها موجتان بحيث تقوي كل منهما الأخرى بالتداخل البنَّاء ، من جانب آخر يوضح الشكل (٣ـ ب) أن تحويل مصدر الموجة (B) بمقدار نصف موجة عن الموجة (A) ينجم عنه تلاشي الموجة الناتجة (A+B) فيما يسمى بالتداخل الهدام .



● شكل (١) مكونات الموجة الضوئية

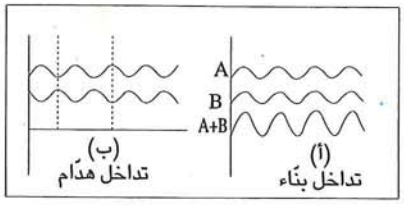


● شكل (٢) الفرق في الطور بين موجتين

ظهور أول هولوغرام

استطاع العالم الهنغاري **دينيس جابور** (Dennis Gobor) تكوين أول صورة مجسمة عام ١٩٤٧ ببريطانيا ، مما مكنه من احراز جائزة نوبل .

وقد استخدم **جابور** آنذاك مصباحاً زئبقياً كمصدر لضوء مترابط ، وقام بتسليطه على شريحة زجاجية ، وطبع عليها بعض الأسماء فكانت النتيجة نفاذ معظم الضوء من خلال الشريحة



● شكل (٣) التداخل بين موجتين متماثلتين

دون حدوث تغير في طبيعته ، إلا أن الضوء يتشتت عند اصطدامه بالحروف المطبوعة . وقد تكوّن جزء من الضوء المثبت على شكل مجسم ظهر على لوحة فوتوغرافية موضوعة بالقرب من الشريحة الزجاجية وذلك بسبب أن التشتت نجم عنه تداخل بين الموجات حيث أن بعضها سبق الآخر ، شكل (٤) .

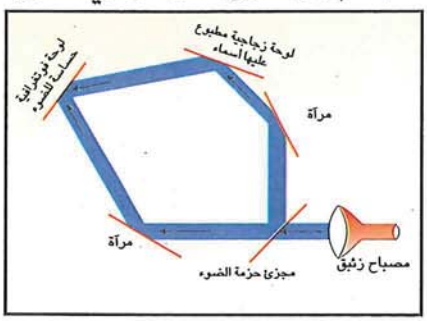
طريقة عمل هولوغرافيا الليزر

قام الباحثان إيميت ليث (Emmel Leith) وجوريس يوبتنكس (Juris Uptaneiks) بتطوير فكرة الهولوغراف في الستينات باستخدام أشعة الليزر .

تقوم فكرة هولوغرافيا الليزر ، شكل (٥) بتجزئة شعاع ليزر مترابط إلى جزئين بوساطة زجاجة فالقة للاشعة هما :

حزمة الإسناد (Refrence beam) :- وتنتشر بواسطة عدسة خلف اللوح الفوتوغرافي الحساس .

حزمة الإشارة (Signal beam) :- وتعمل على إضاءة الجسم من الأمام لتنعكس الأشعة الليزرية من الجسم إلى اللوح الفوتغرافي لتمزج



● شكل (٤) طريقة تكوين أول صورة مجسمة باستخدام مصباح زئبق

مع الأشعة الليزرية من الجسم إلى اللوح الفوتوغرافي لتمتزج مع حزمة الإسناد في تداخل ينجم عنه صورة هولوغرافية على اللوحة .

ومن الملاحظ أن الرسوم المجسمة في هذه الحالة يلزم لتكوينها مجموعة من العدسات والمرايا التي تستخدم لتوجيه أشعة الليزر وتركيزها على اللوح الفوتوغرافي الحساس وهو عبارة عن صفيحة مغطاة بمستحلب كيميائي حساس للضوء ، فيتم طبع صورة الجسم عند تعرض اللوح إلى كل من أشعة الليزر الصادرة والأشعة المنعكسة والتقائهما لتكوين صورة ثلاثية الأبعاد ، وذلك بسبب التداخل في الأطوار بين حزمة الإسناد وحزمة الإشارة الذي ينجم عنه إما :-

١- تداخل بنّاء عندما تكون الموجات متشابهة الطور .

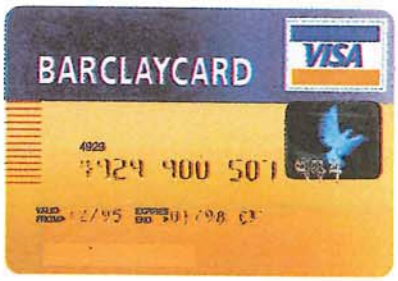
٢- تداخل هدام عندما تكون الموجات مختلفة الطور .

واستناداً على ذلك يمكن إحتواء جميع التفاصيل بين أي نقطتين متباعدتين بعضهما عن بعض للحصول على تفاصيل العمق (التجسيم) ، وبذلك فإن الموجات التي تصل إلى اللوح الفوتوغرافي عند نقاط معينة غير متباينة بالزمن ولكنها تؤدي إلى صورة موجات جامدة (Standing Waves) يتم تسجيلها على اللوح .

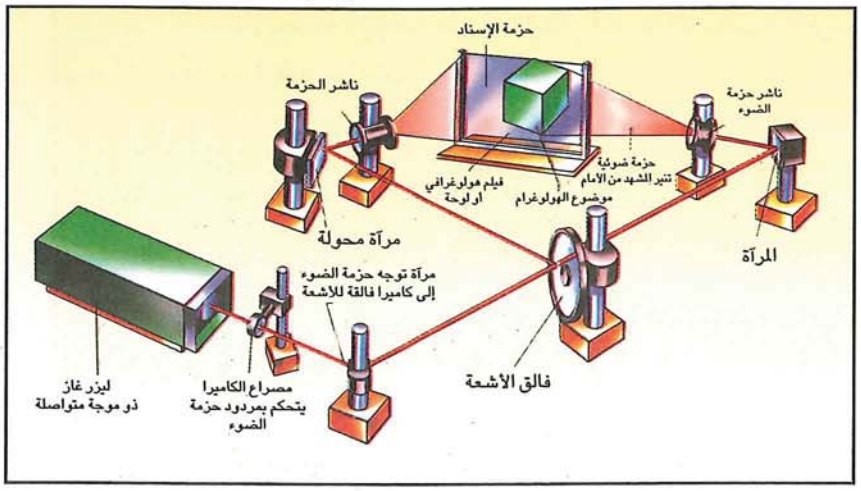
تطبيقات هولوغرافيا الليزر

تدخل هولوغرافيا الليزر في تطبيقات عديدة منها استخدامها كتدبير وقائي لمنع نسخ الأعمال الأصلية (تقليدها) ، كما في حالة بطاقات الإئتمان مثل الطير الظاهر في بطاقة الإئتمان بالشكل (٦).

كذلك تستخدم هولوغرافيا الليزر في تسجيل صور ثلاثية الأبعاد (مجسمة) ، وفي خزن المعلومات بواسطة التصوير المجسم ، كما تدخل في كافة المجالات الصناعية ومجال السينما والفن .



● شكل (٦) إحدى بطاقات الائتمان التي تستخدم فيها هولوغرافيا الليزر



● شكل (٥) الفكرة العامة لهولوغرافيا الليزر