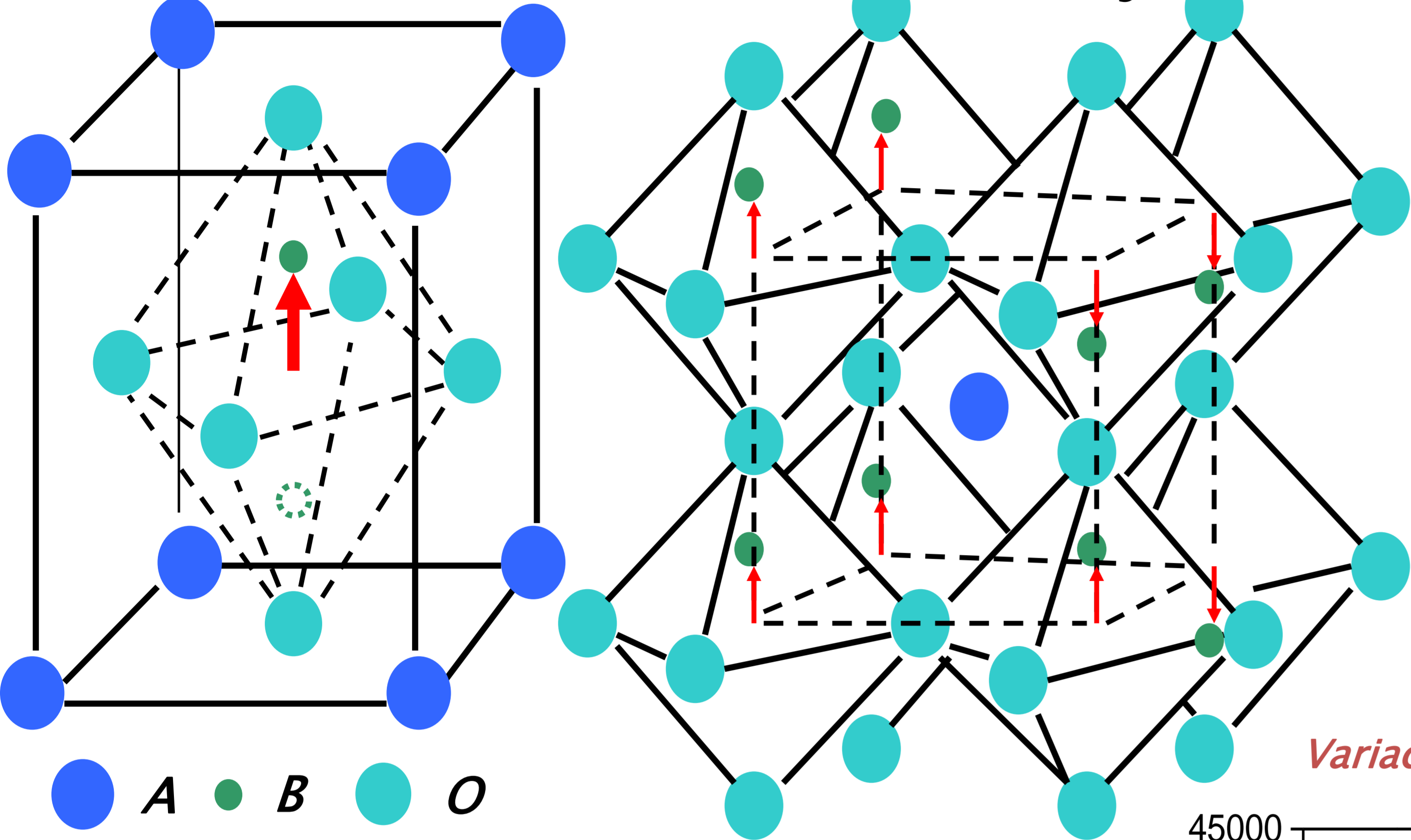


# Materiales ferroeléctricos

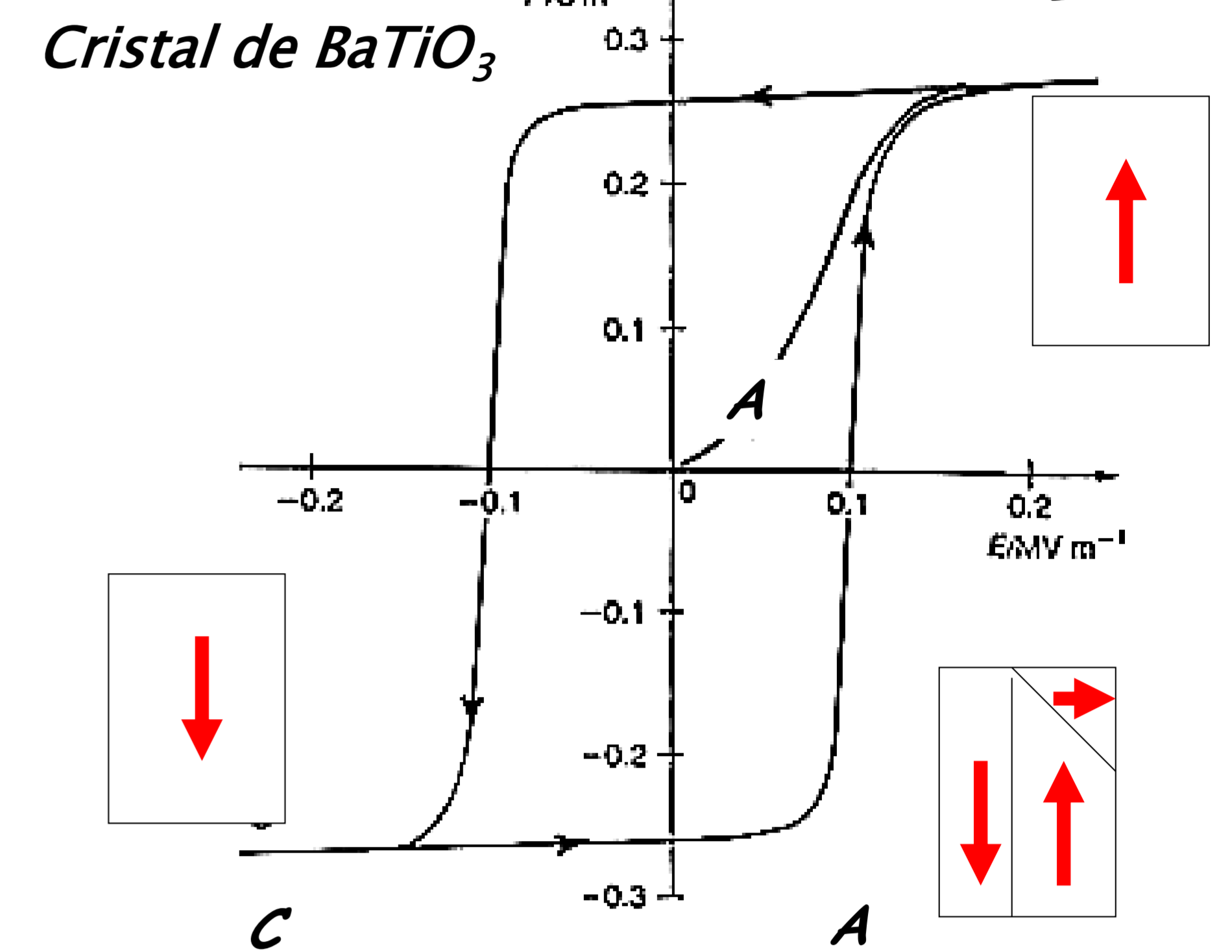
## Un prototipo de multifuncionalidad

Los materiales ferroeléctricos son aquellos que presentan una polarización eléctrica (carga eléctrica por unidad de volumen) espontánea, cuyo signo es invertible con un campo eléctrico (conmutación de la polarización). El momento dipolar (carga eléctrica) está ligado a la estructura cristalina, como se ilustra en la figura para el caso de la red tetragonal de la estructura perovskita (materiales de fórmula general  $ABO_3$ )



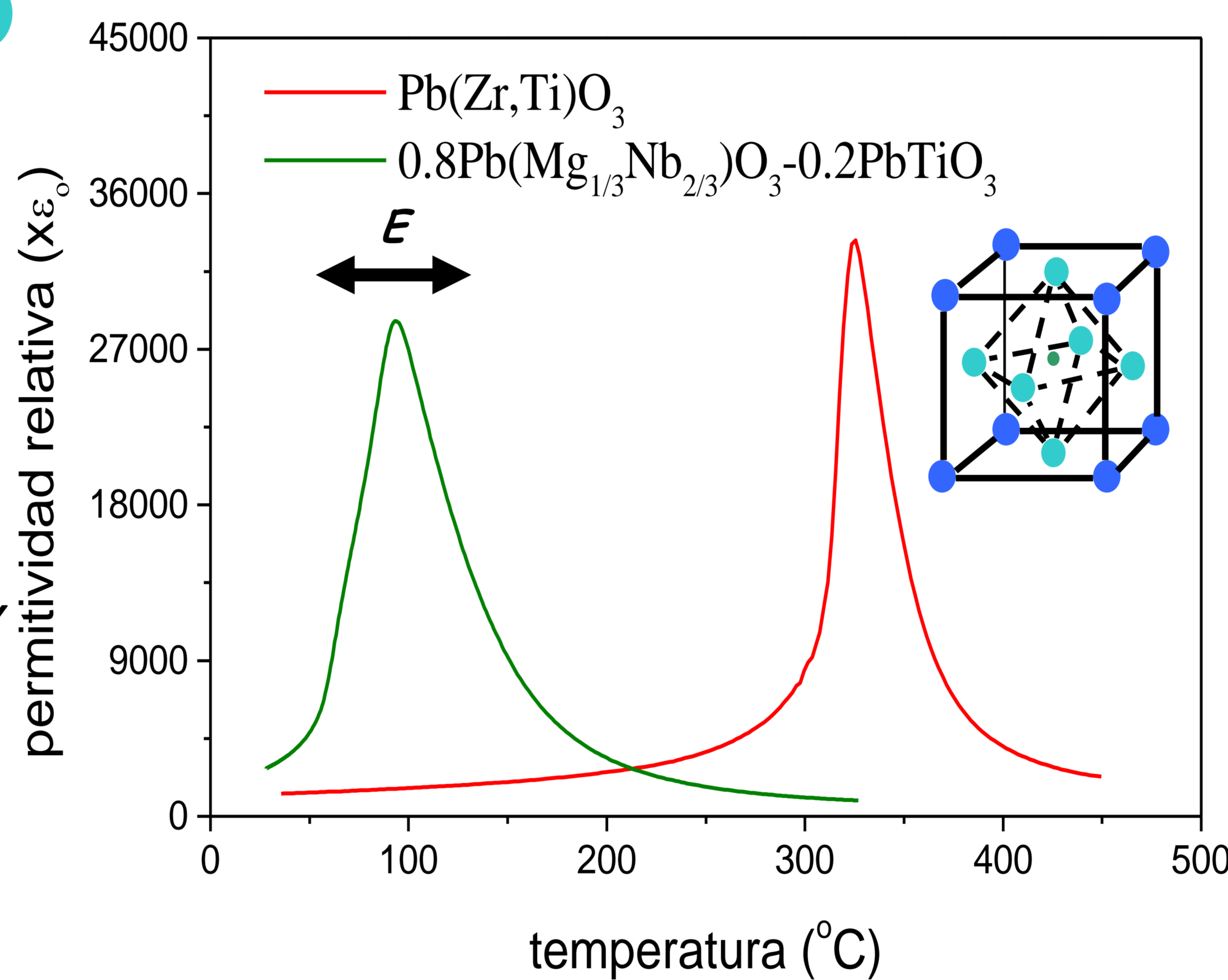
Los dos sentidos de la polarización definen de forma natural dos estados lógicos, 0 y 1, lo que se usa en las nuevas memorias ferroeléctricas no volátiles de acceso aleatorio (FERAMS).

### Ciclo de conmutación de polarización

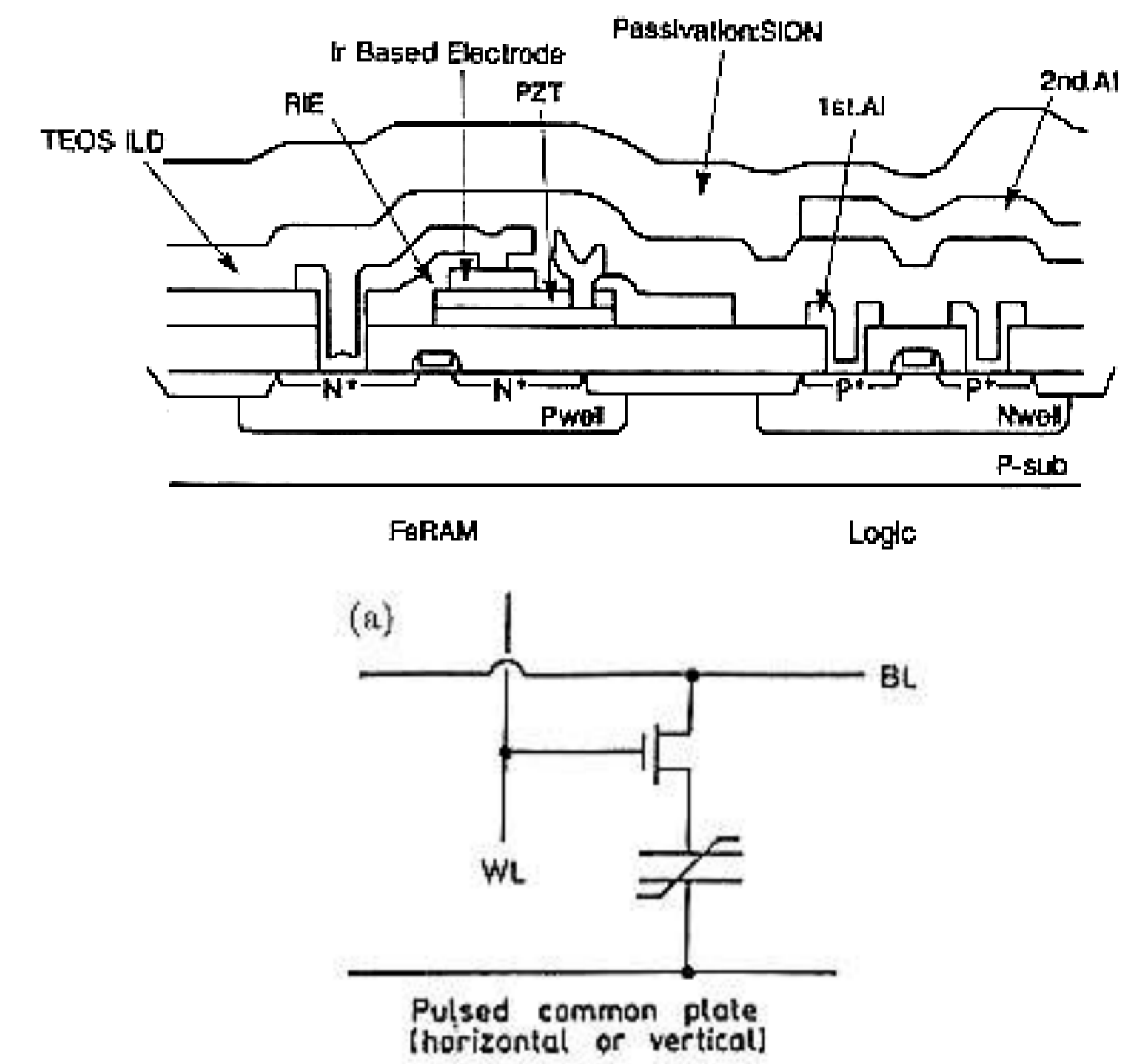


Los materiales ferroeléctricos se caracterizan por presentar polarizabilidad eléctrica muy alta, y un máximo en la cte. dieléctrica asociado al cambio a una fase con estructura paraeléctrica a mayor temperatura. Existen composiciones con el cambio de estructura a temperatura ambiente, utilizados en la industria electrónica para condensadores cerámicos y en microelectrónica para memorias dinámicas (es necesario refrescar la información)

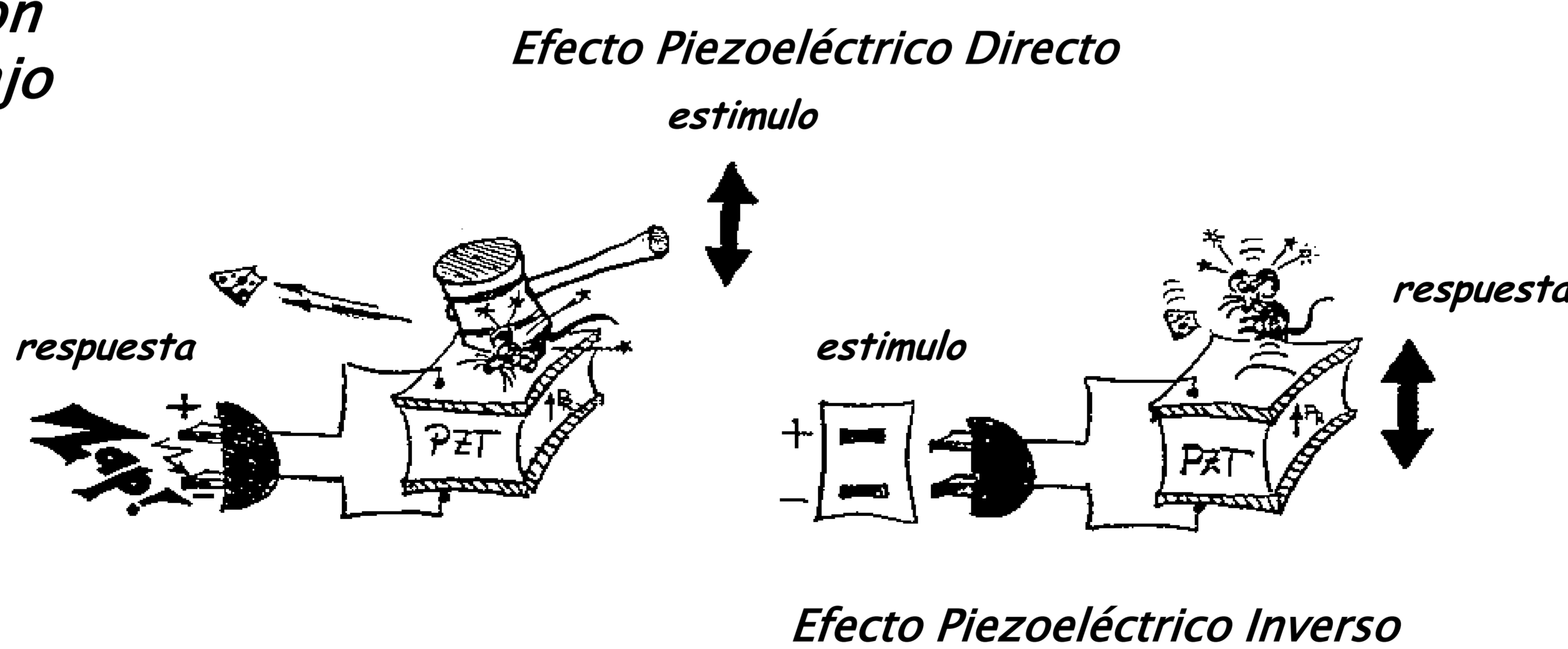
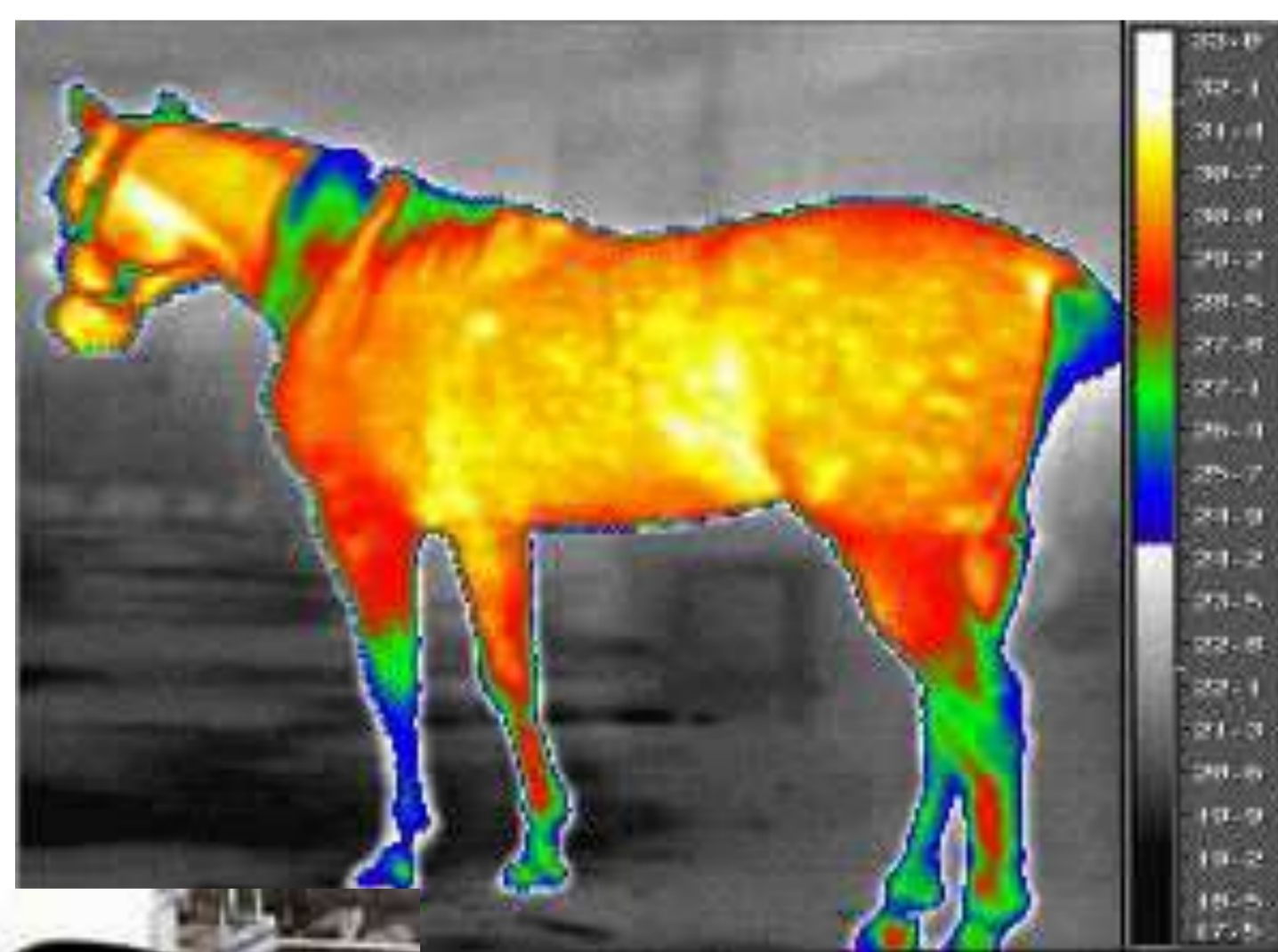
### Variación del cte dieléctrica con la temperatura.



### Sección transversal de un elemento FERAM, circuito correspondiente.



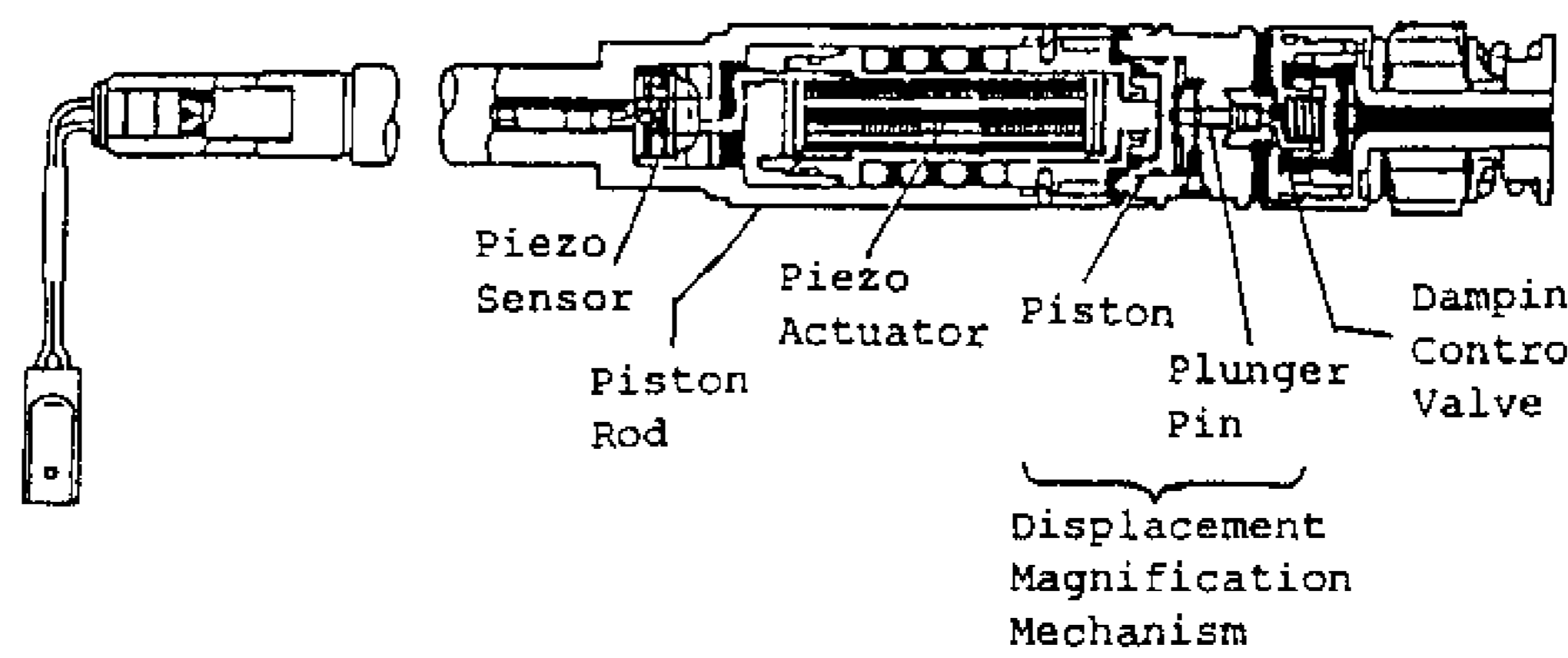
La polarización intrínseca de estos materiales varía con la temperatura -efecto piroeléctrico-. Este principio se usa por ejemplo en cámaras de visión infrarroja como la mostrada abajo



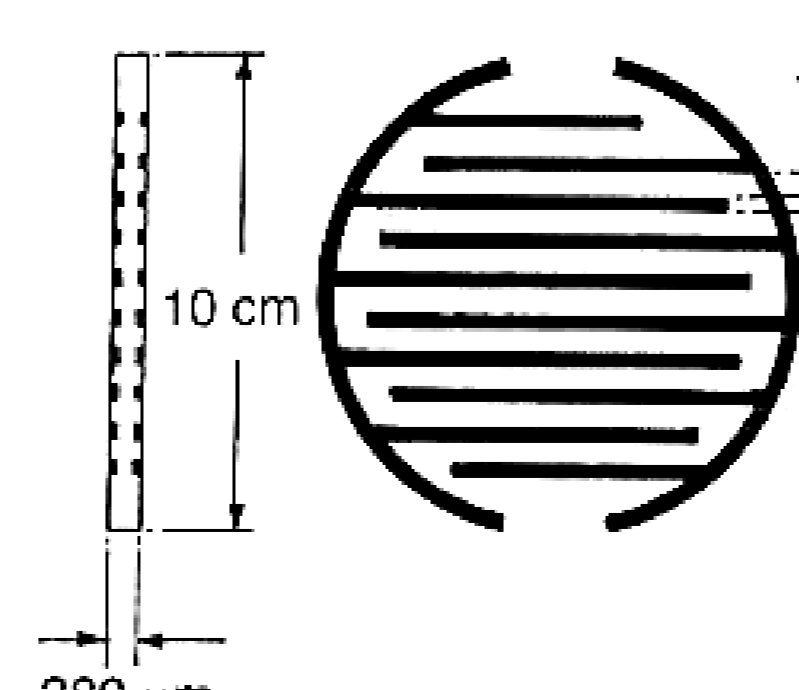
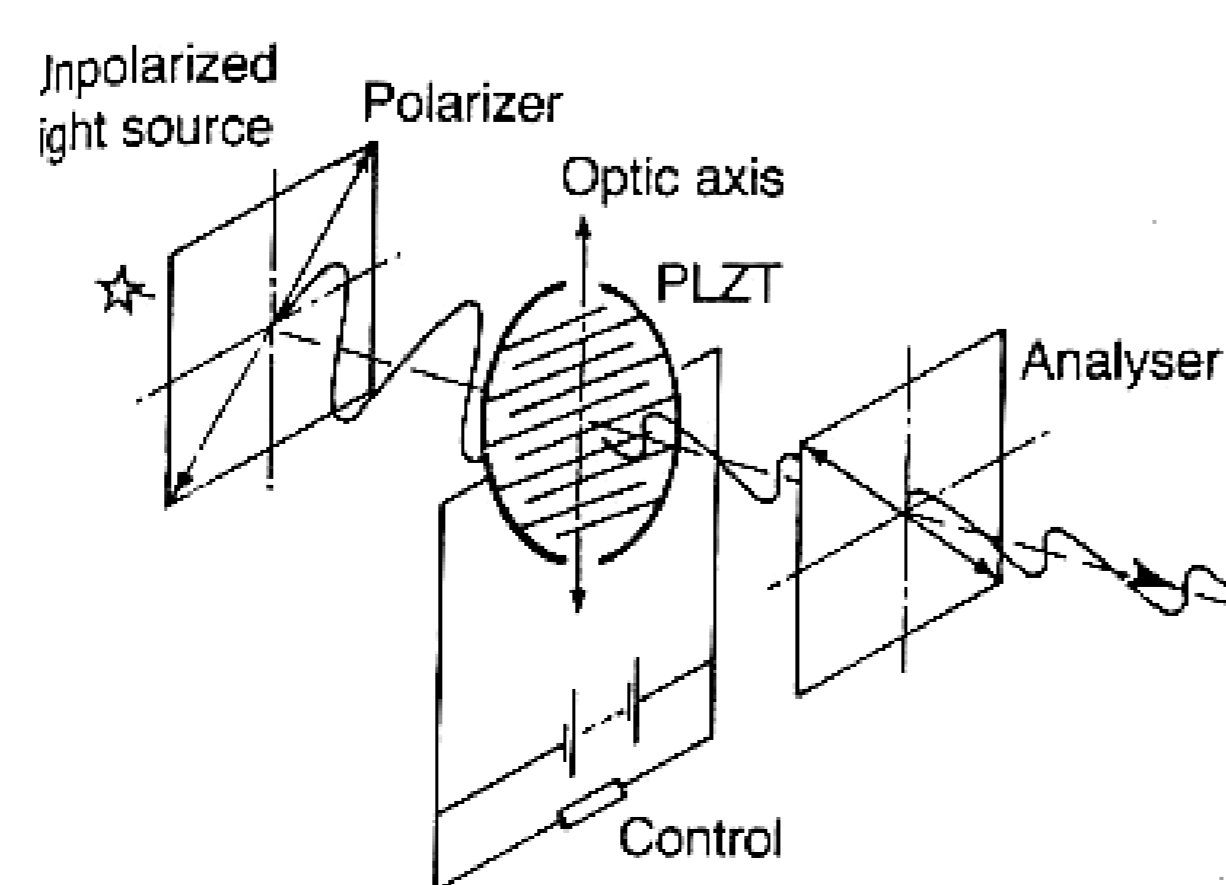
El momento dipolar intrínseco varía también bajo una tensión mecánica (presión) -efecto piezoeléctrico directo-. Los materiales ferroeléctricos se deforman linealmente bajo la aplicación de un campo eléctrico -efecto piezoeléctrico inverso-. Los materiales ferroeléctricos se emplean en acústica submarina, ultrasonidos (ensayos no destructivos y aplicaciones médicas, Ecografía), sensores, actuadores,



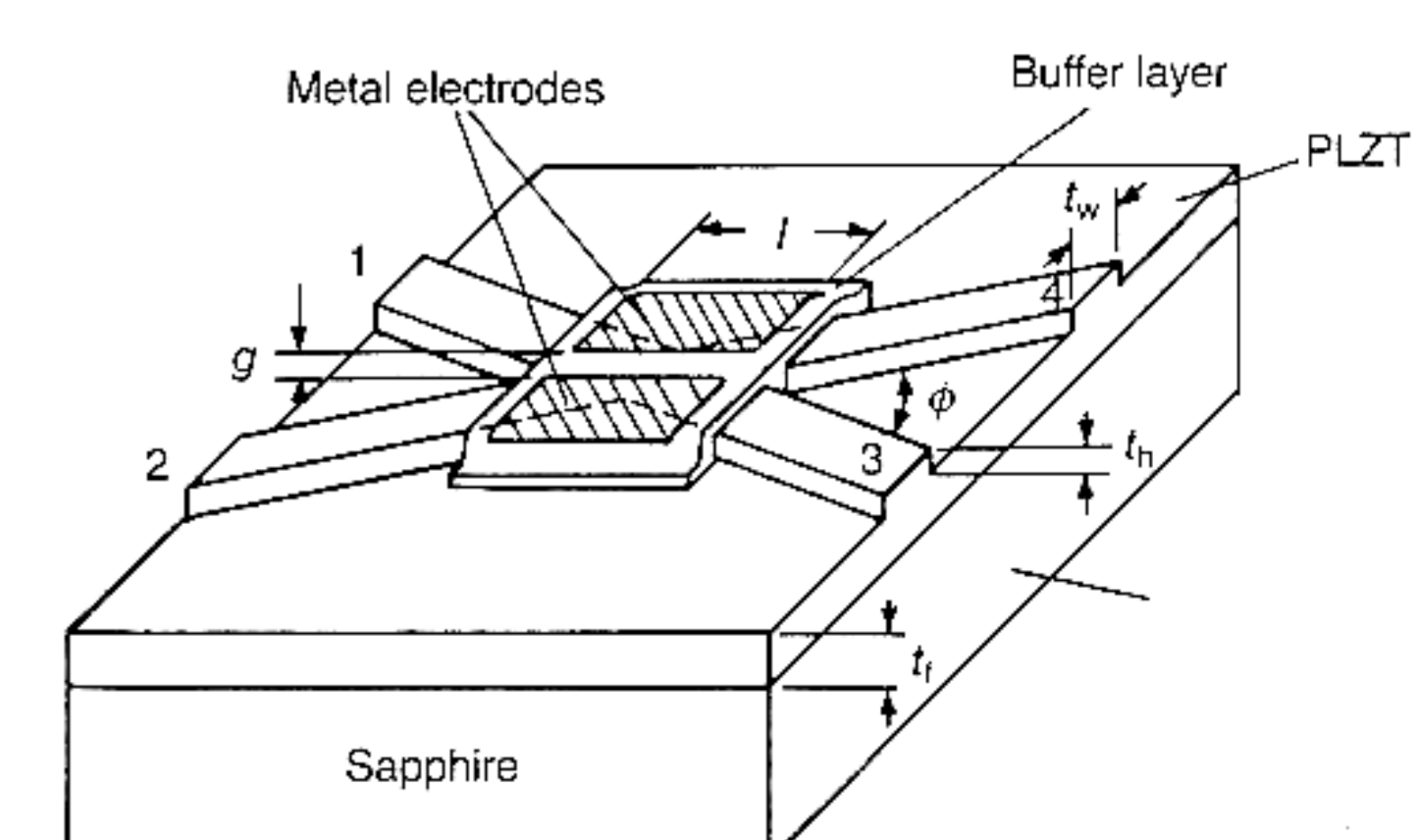
Arriba, imagen de infrarrojos piroeléctrica. Derecha, sistema experto de amortiguación basado en dos cerámicas ferroeléctricas acopladas sensor-actuador (Toyota).



Detección de defectos en piezas de aviones por tecnología de ultrasonidos



Las aplicaciones ópticas se basan en la posibilidad de modificar el índice de refracción y la birrefringencia con un campo eléctrico. Izquierda, obturador óptico. Derecha, conmutador basado en reflexión interna total.



Los materiales ferroeléctricos presentan birrefringencia (dos índices de refracción) y fuertes efectos electrópticos y ópticos no lineales.