Hoy: (1) Ejemplo: Campos vectoriales integrados sobre curvas (Repaso)

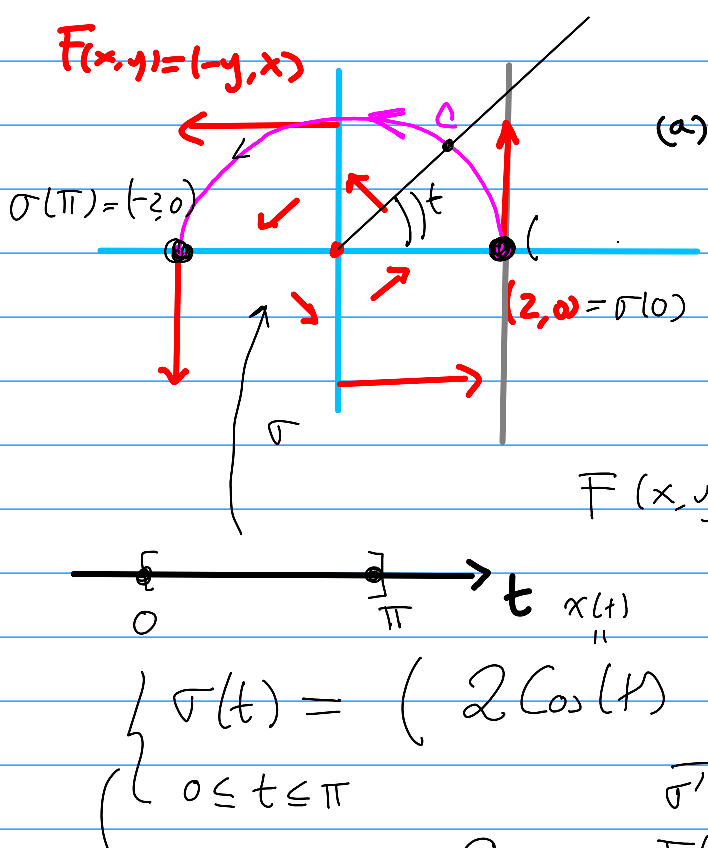
(2) Superficies parametrizadas, integrales de superficie

Ejercicio: $F:\mathbb{R}^2 \longrightarrow \mathbb{R}^2$ campo vectorial en $\mathbb{R}^2$

Sea $[F(x,y) = (-y, x)]$ y sea C la mitad superior del círculo de radio 2 centrado en $(0,0)$ orientado en dirección contraria a las manecillas del reloj.

(a) Calcule el trabajo realizado por el campo F a lo largo de C.

(b) Calcule el trabajo PROMEDIO de F en C.



(a) $\int_C F \cdot ds \overset{?}{=}$ Trabajo realizado por F a lo largo de C

(1) [si σ(t) es parametrización de C en a≤t≤b.]

$\int_a^b F(\sigma(t)) \cdot \sigma'(t)\, dt$

$F(x,y) = (-y, x)$

$$\begin{cases} \sigma(t) = (\underset{x(t)}{2\cos(t)}, \underset{y(t)}{2\sin(t)}) \\ 0 \le t \le \pi \end{cases}$$

parametrización de C

$\vec{\sigma'}(t) = (-2\sin(t), 2\cos(t))$

$F(\sigma(t)) = (-2\sin(t), 2\cos(t))$

$$\int_C F\, ds = \int_0^\pi \vec{F(\sigma(t))} \cdot \vec{\sigma'(t)}\, dt = \int_0^\pi 4\sin^2(t) + 4\cos^2(t)\, dt$$

$= 4(\sin^2(t) + \cos^2(t))$

$$= \int_0^{\pi} 4\,dt = \boxed{4\pi} \quad \overset{\text{Joules}}{\overset{\shortparallel}{N}} \cdot m$$

(b) PROMEDIOS e integrales:

$f: \mathbb{R}^3 \longrightarrow \mathbb{R}$ función escalar

$E \subseteq \mathbb{R}^3$ región sólida

$$\text{Promedio de } f \text{ en } E = \frac{\iiint_E f(x,y,z)\,dV}{\iiint_E 1\,dV}$$

$$\frac{\int_a^b f(x)\,dx}{\int_a^b 1\,dx}$$

Sol (b): El trabajo PROMEDIO a lo largo de C es

$$\frac{\int_C F\,ds}{\int_C 1\,ds} = \frac{4\pi}{\text{longitud}(C)} = \frac{4\cancel{\pi}}{2\cancel{\pi}} = 2 \quad N$$

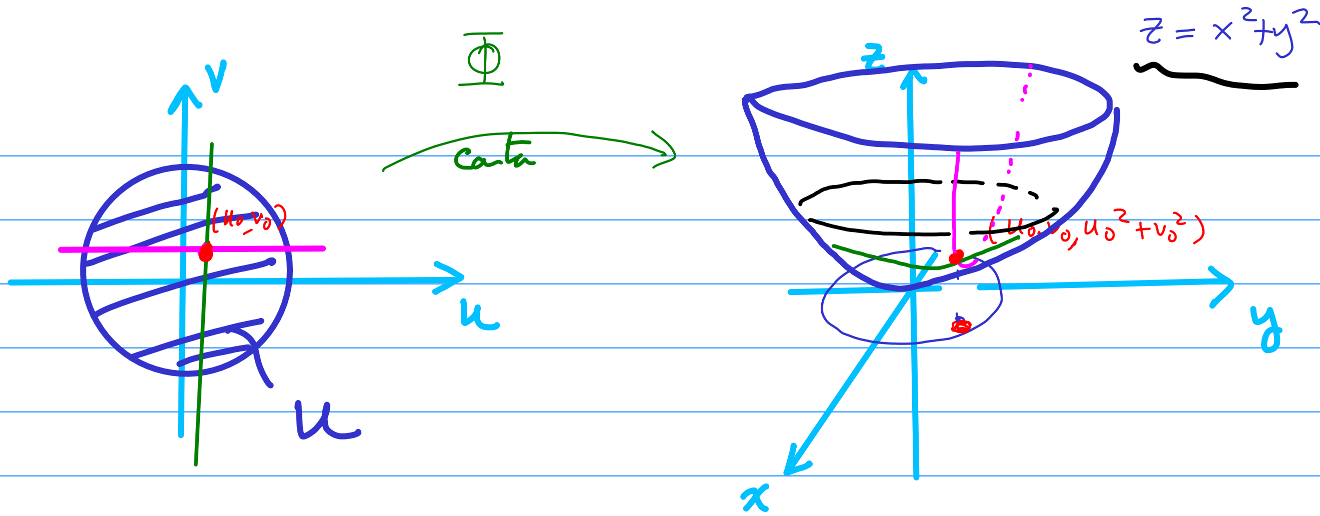
2) Superficies:

Def: Una superficie parametrizada en $\mathbb{R}^3$ es una función

$\Phi: U \subseteq \mathbb{R}^2 \longrightarrow \mathbb{R}^3$ que es diferenciable

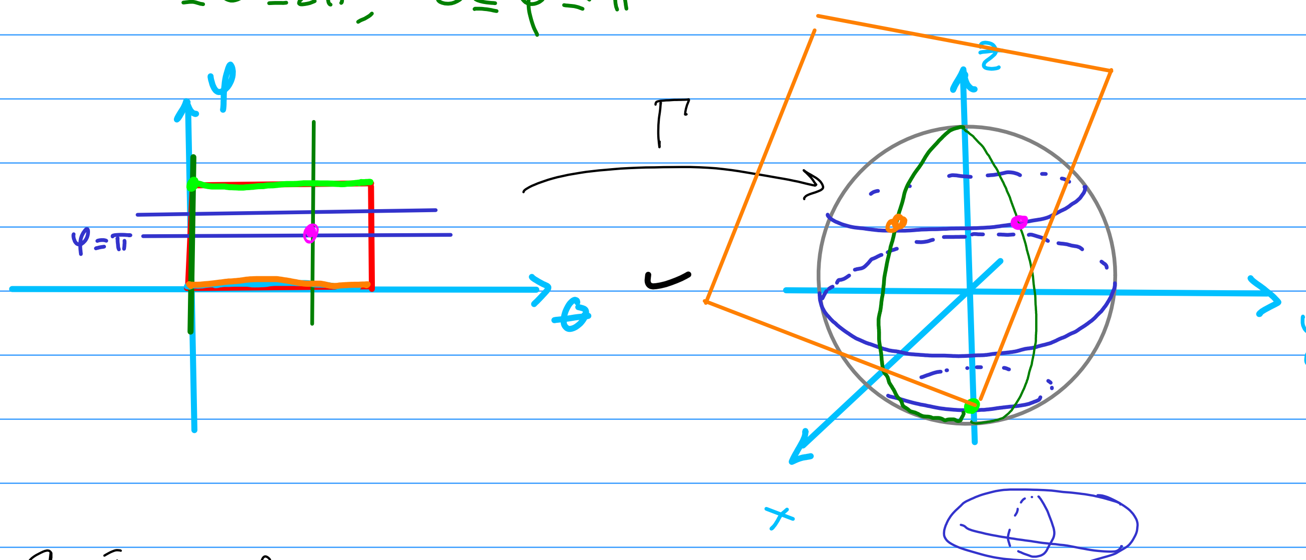
e inyectiva en casi todas partes.

Ejemplo:
$$\begin{cases} \Phi(u,v) = \left(\overset{x(u,v)}{\overset{\shortparallel}{u}}, \overset{y(u,v)}{\overset{\shortparallel}{v}}, \overset{z(u,v)}{\overset{\shortparallel}{u^2+v^2}} \right) \\ u^2+v^2 \leq 4 \end{cases}$$



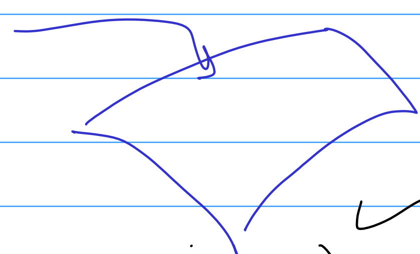
Ejemplo 2:

$$\begin{cases} \Gamma(\theta, \varphi) = (\overset{A}{3 \sin\varphi \cos\theta},\ \overset{B}{3 \sin\varphi \sin\theta},\ \overset{C}{3\cos\varphi}) \\ 0 \leq \theta \leq 2\pi, \quad 0 \leq \varphi \leq \pi \end{cases}$$



Cambio de parametrizaciones:

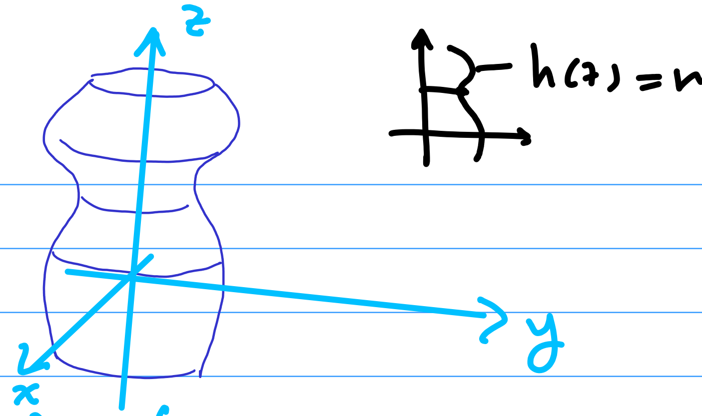
✓ Fácil $\quad z = \sin(x^2 - y^2)$



$$\Phi(u,v) = (u, v, \sin(u^2 - v^2))$$

Ejercicio:

Verifique que es una parametrización del sólido de revolución indicado.



$$\Phi(z,\theta) = \left(h(z)\cos\theta,\ h(z)\sin\theta,\ z\right)$$

(2.1) Derivadas de parametrizaciones $\Phi : \mathbb{R}^2 \to \mathbb{R}^3$

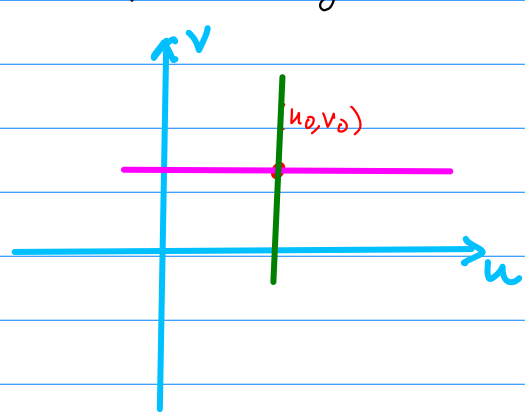
$$D\Phi = \begin{array}{c|c} & \begin{array}{cc} u & v \end{array} \\ \begin{array}{c} x \\ y \\ z \end{array} & \begin{bmatrix} \cdot & \frac{\partial \Phi_x}{\partial v} \\ \cdot & \vdots \\ \cdot & \vdots \end{bmatrix} \end{array} = \begin{bmatrix} | & | \\ \Phi_u & \Phi_v \\ | & | \end{bmatrix}$$

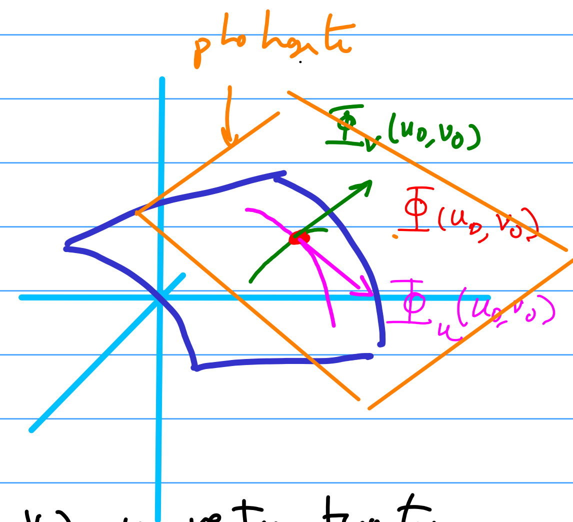
$$\Phi(u,v) = \left(x(u,v),\ y(u,v),\ z(u,v)\right)$$

$$\vec{\Phi}_u := \left(\frac{\partial x}{\partial u}, \frac{\partial y}{\partial u}, \frac{\partial z}{\partial u}\right)$$
$$\vec{\Phi}_v := \left(\frac{\partial x}{\partial v}, \frac{\partial y}{\partial v}, \frac{\partial z}{\partial v}\right)$$

vectores columnas de $D\Phi$.

Interpretación geométrica





Obs: (1) $\Phi_u(u_0,v_0)$ y $\Phi_v(u_0,v_0)$ son vectores tangentes a la superficie en $\Phi(u_0,v_0)$.

(2) En general no son entre sí perpendiculares

(3) Permiten encontrar un vector perpendicular a la superficie

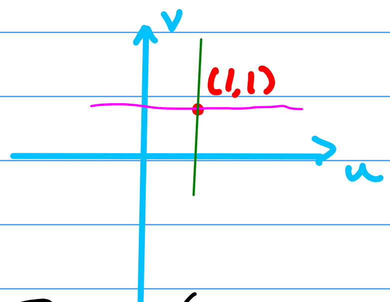
$$N(u_0,v_0) := \Phi_u(u_0,v_0)\times \Phi_v(u_0,v_0)$$

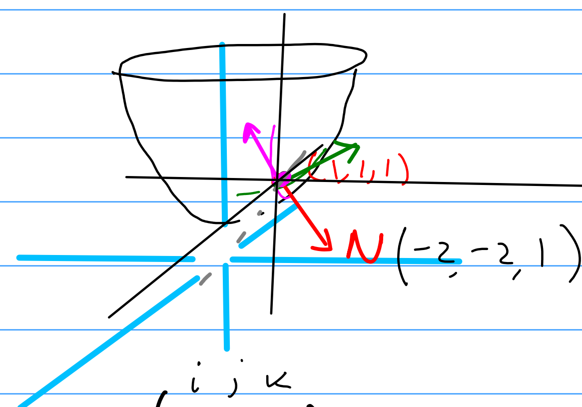
Ejercicio: Encuentre una ecuación para el plano tangente a $z=x^2+y^2$ en $(1,1,2)=P$

Sol: Sabemos que

$\Phi(u,v) = (u,v,u^2+v^2)$ parametriza S

$\Phi(1,1) = (1,1,2) = P$ ✓





$\Phi_u = (1,0,2u)$ $\qquad$ $\Phi_u(1,1) = \begin{array}{c} i \quad j \quad k \\ (1,0,2) \end{array}$

$\Phi_v = (0,1,2v)$ $\qquad$ $\Phi_v(1,1) = (0,1,2)$

$$\bar{N} = (-2,-2,1)$$

Ec plano tangente a S en $(1,1,2)$

$$\left[\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix}\right] \cdot \begin{pmatrix} -2 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix} = 0$$