$$p$$

$$2 \begin{pmatrix} \mathbf{v}_1^{\top} \\ \mathbf{v}_2^{\top} \end{pmatrix} = P^{\top}$$

$$M \begin{pmatrix} XP \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \widetilde{\mathbf{x}}_1^{\top} \\ \widetilde{\mathbf{x}}_2^{\top} \\ \vdots \\ \widetilde{\mathbf{x}}_n^{\top} \\ \vdots \\ \widetilde{\mathbf{x}}_n^{\top} \end{pmatrix} = \widetilde{X}$$